5 Konfiguration von Mach3 für Maschine/Antrieb

Wenn Sie eine Werkzeugmaschine mit Computer erworben haben, auf dem Mach3 installiert ist dann brauchen Sie dieses Kapitel nicht durchzuarbeiten(es sei denn, aus allgemeinem Interesse).

Der Zulieferer wird wahrscheinlich Mach 3 vorinstalliert oder eine Anleitung gegeben haben.

Wir empfehlen eine Papierkopie der Installationsanleitung für den Fall einer Neuinstallation aufzubewahren.

5.1 Eine Konfigurationsmöglichkeit

Dieses Kapitel enthält Einzelheiten zur Konfiguration von Mach3. Indem Sie Schritt für Schritt vorgehen werden Sie bemerken dass der Konfigurationsprozess einem roten Faden folgt. Eine gute Strategie ist auch, den Text zuerst zu "überfliegen" und anschließend das Erlernen der Bedienung von Programm und Maschine mit dem Handbuch. Idealerweise ist Mach 3 für den Testbetrieb(siehe Kap. 3) schon auf Ihrem PC installiert.

Die gesamte Anleitung dieses Kapitels basiert auf Dialogfeldern im Konfigurationsmenü. Die Menü-Aufrufe werden etwa so dargestellt: *Configuration* > *Logic,* d.h. sie wählen den Eintrag „Logic" aus dem Konfigurationsmenü.

5.2 Erstmalige Konfiguration

Punkt 1 im Dialogfeld *Configuration* > *Ports & Pins* besitzt mehrere Registerkarten, eine davon wird in Abb. 5.1 gezeigt.

5.2.1 Adressen-Einstellung für benutzte Ein- und Ausgänge

Wenn zufällig am Motherboard ein Parallel-Port vorhanden ist, dann kann in den meisten Fällen die Standard-Adresse an Port 1: 0x378 (d.h. hexadezimal 378) verwendet werden.

Wenn mehr als eine PCI-Karte im Gebrauch sind, dann muss die Art der Adressierung recherchiert werden. Einen Standard gibt es dafür nicht. Rufen Sie die Windows Systemsteuerung über *Start* auf. Doppelklick auf *System*, wählen Sie dann *Hardware*. Klicken Sie auf *Gerätemanager* und gehen ins Untermenü *Anschlüsse* (COM & LPT).

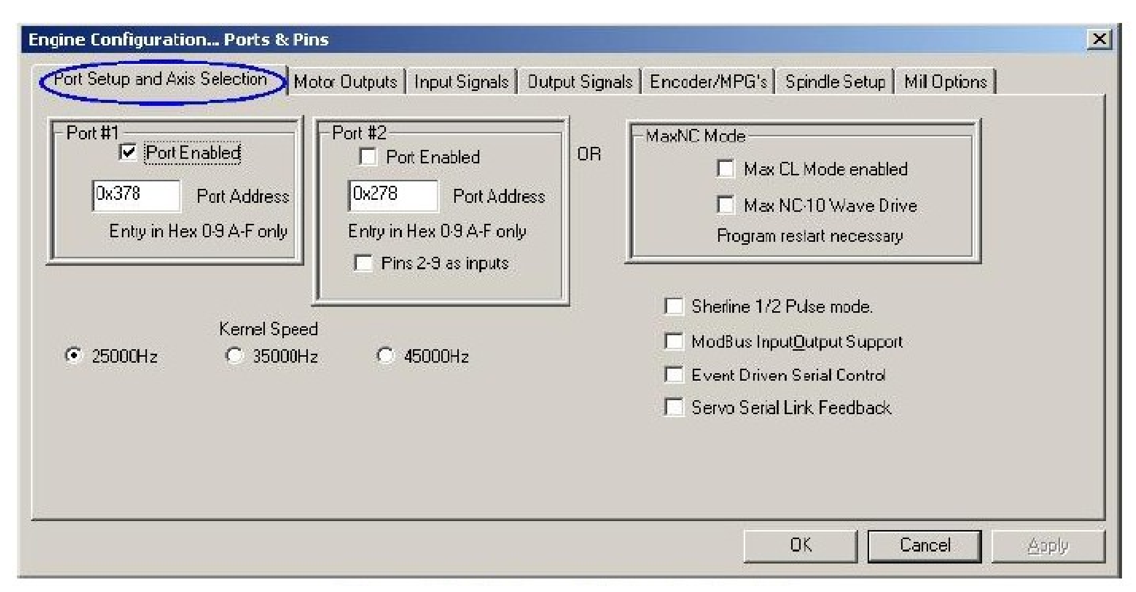


Abbildung 5.1: Anschlüsse und Achsen Auswahlmenü

Wählen Sie den ersten LPT/ECP Anschluss durch Doppelklick aus. Die Eigenschaften werden in einem neuen Fenster angezeigt. Gehen Sie auf Ressourcen, Eintrag 1 der ersten Zeile der IO-Liste enthält die benötigte Adresse.

Notieren Sie den Wert und schließen Sie das Dialogfenster. Achtung! Die Installation oder Entfernung von PCI-Karten kann zu Veränderungen der Adresse führen, ohne dass diese selbst vorher ausgewählt wurde. Für einen weiteren Steckplatz wiederholen Sie einfach die oben beschriebene Prozedur.
Schließen Sie nacheinander das Fenster *Gerätemanager*, *System* und *Systemsteuerung*.

Geben Sie die Adresse des ersten Anschlusses ein(lassen Sie das Prefix **0x** weg um hexadezimale Adressierung zu ermöglichen da dies von Mach3 vorausgesetzt wird).
Falls erforderlich überprüfen Sie dass Anschluss 2 aktiviert ist und teilen Sie diesem eine Adresse zu. Klicken Sie auf *Apply* um die Werte zu speichern. Dies ist wichtig da Mach3 bei Wechsel zwischen den Menüpunkten oder auch bei unkontrolliertem Schließen des Menüs die geänderten Werte nicht automatisch speichert.

5.2.2 Bestimmung der Motorfrequenz

Die Mach3 Endstufe kann mit Frequenzen von 25000, 35000 und 45000 Hz arbeiten, was wiederum von der Geschwindigkeit des Prozessors und der Anzahl der mit Mach3 gleichzeitig ablaufenden Prozesse abhängig ist.

Die einzustellende Frequenz ist abhängig von der Taktrate mit der jede Achse bei Höchstgeschwindigkeit betrieben wird. 25000 Hz ist vermutlich ausreichend für Schrittmotorsysteme. Mit einem 10-Schritt Mikroschrittreiber wie Gecko 201 und einem 18° Schrittmotor werden ca. 750 U/min erreicht.
Hohe Taktraten werden für Servoantriebe benötigt die mit hochauflösenden Wellen-

koordinaten arbeiten. Einzelheiten dazu werden im Abschnitt *Motor Tuning* besprochen. Bei Computern mit 1 GHz Taktrate sind mit hoher Wahrscheinlichkeit 35000 Hz möglich. Aktivieren Sie diese Option falls eine höhere Schrittzahl verwendet werden soll(Z.B. Wenn Feineinstellschrauben vorhanden sind).

Die Demo-Version läuft nur bei 35000Hz. Nach unkontrollierter Beendigung und Neustart von Mach3 wird das Programm ebenfalls im 35000Hz Modus gestartet.
Die aktuelle Frequenz des laufenden Systems wird im *Standard-Diagnose-Fenster* angezeigt. Vergessen Sie nicht vor dem nächsten Schritt auf *Apply* zu klicken.

5.2.3 Konfiguration besonderer Funktionen

Es gibt eine Reihe Spezialfunktionen die durch Markierung des jeweiligen Kästchens aktiviert werden können und im Falle vorhandener Hardwarekomponenten selbsterklärend sind. Andernfalls sollten sie nicht ausgewählt werden.
Vergessen Sie nicht vor dem nächsten Schritt auf *Apply* zu drücken.

5.3 Konfiguration der verwendete Ein- und Ausgangssignale

Nach Abschluss der Grundkonfiguration sollten die zu verwendenden Ein- und Ausgangssignale und die dazugehörigen Parallelports und Pins eingestellt werden.
Die Dokumentation Ihres Mainboards oder eine XML-Datei gibt, falls für die Verwendung mit Mach3 vorgesehen, Aufschluss darüber welche Anschlüsse verwendet werden müssen.

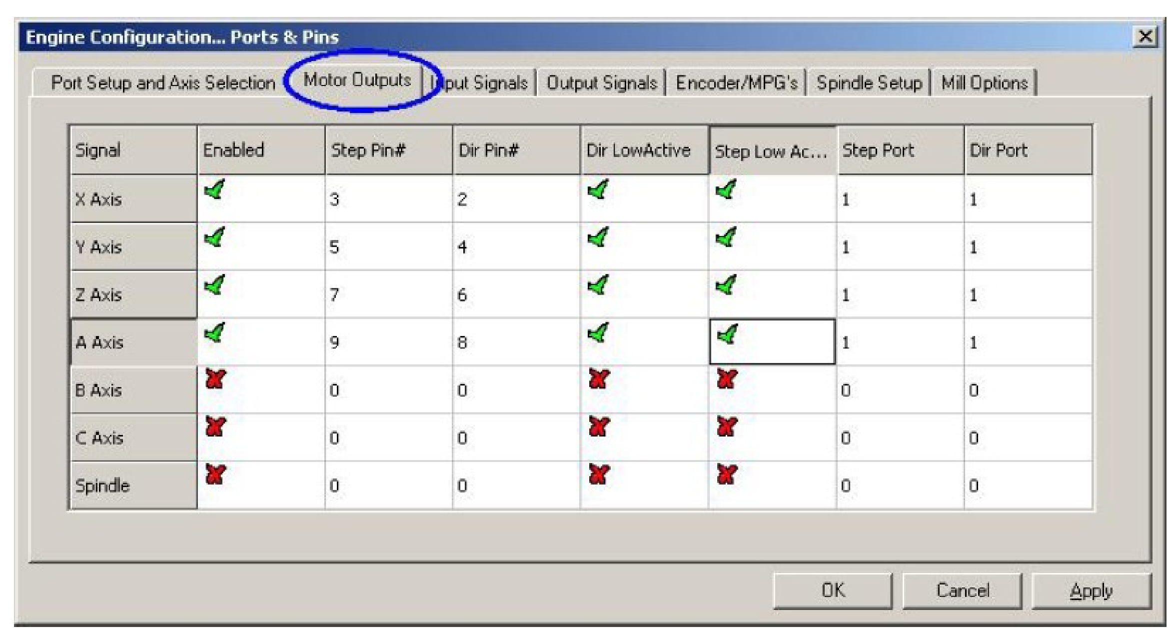
5.3.1 Achsen- und Spindelsignal

Machen Sie sich zuerst mit *Motor Outputs* vertraut(siehe 5.4). Bestimmen Sie die Anschlusspositionen der Antriebe für X-, Y- und Z-Achsen und aktivieren Sie diese danach in der Spalte *Enabled*. Sollte die Interface Hardware(Z.B. Gecko 201 Endstufe) ein „active-lo“ Signal benötigen dann stellen Sie sicher dass die Kästchen für Schritt und Richtung angewählt sind.

Wenn vorhanden, sollten auch Dreh- und Nebenachsen aktiviert und konfiguriert werden.

Wenn Ihre Spindelgeschwindigkeit manuell gesteuert werden soll, dann sind damit die Einstellungen in diesem Untermenü beendet.
Vergessen Sie nicht vor dem nächsten Schritt auf *Apply* zu drücken.

Wenn die Spindelgeschwindigkeit von Mach3 gesteuert werden soll und die Spindel eine pulsbreitenmodulierte Steuerung mit einem Relais für die Richtung oder um damit Schritt und Richtung der Pins/Anschlüsse zu steuern vorliegt, dann muss die Spindel aktiviert und ein Pin / Anschluss für die Schritte bestimmt werden.
Sie sollten auch auf „active-lo“-Signale achten.
Vergessen Sie nicht vor dem nächsten Schritt auf *Apply* zu drücken.

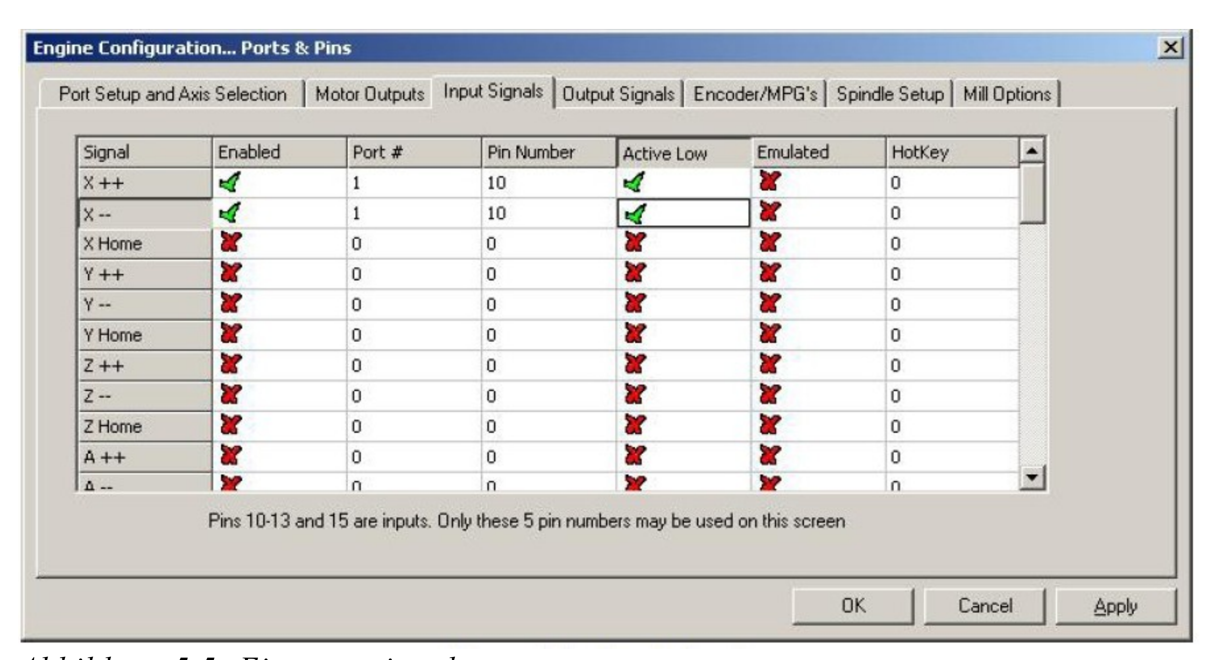


Signal	Enabled	Step Pin#	Dir Pin#	Dir LowActive	Step Low Ac...	Step Port	Dir Port
X Axis	✓	3	2	✓	✓	1	1
Y Axis	✓	5	4	✓	✓	1	1
Z Axis	✓	7	6	✓	✓	1	1
A Axis	✓	9	8	✓	✓	1	1
B Axis	✗	0	0	✗	✗	0	0
C Axis	✗	0	0	✗	✗	0	0
Spindle	✗	0	0	✗	✗	0	0

Abbildung 5.4: Anschlussdefinition für Achsen und Spindel

5.3.2 Eingangssignale

Wählen Sie *Eingangssignale*(siehe 5.5). Es wird hierbei angenommen dass der Benutzer eine der Home/Limit Strategien aus Kapitel 4.6 anwendet. Wenn Sie Strategie Nr. 1 anwenden und die Endschalter zusammen geschaltet wurden, ein NotAus-Signal auslösen oder die Achsantriebe über die Antriebselektronik deaktiviert wurden, dann müssen die Limit Eingänge nicht überprüft werden. Bei Strategie Nr.2 sind wahrscheinlich Referenz-Schalter für X-,Y- und Z-Achsen vorhanden.



Signal	Enabled	Port #	Pin Number	Active Low	Emulated	HotKey
X ++	✓	1	10	✓	✗	0
X --	✓	1	10	✓	✗	0
X Home	✗	0	0	✗	✗	0
Y ++	✗	0	0	✗	✗	0
Y --	✗	0	0	✗	✗	0
Y Home	✗	0	0	✗	✗	0
Z ++	✗	0	0	✗	✗	0
Z --	✗	0	0	✗	✗	0
Z Home	✗	0	0	✗	✗	0
A ++	✗	0	0	✗	✗	0
A --	✗	0	0	✗	✗	0

Abbildung 5.5: Eingangssignale

Aktivieren Sie die Referenzschalter dieser Achsen mit einem Häkchen und konfigurieren Sie die dazugehörigen Anschlüsse/Pins. Bei Kombination von Endschaltern und Referenz-Punkten sollten die mit ++ und -- gekennzeichneten Endpunkte aktiviert werden sowie die Endpunkte für jede Achse bestimmt und der gleiche Pin für Home, Limit ++ und Limit -- aktiviert werden.

Beachten Sie die Symbolleiste um die ganze Tabelle zu sehen.
Der Eingang 1 ist etwas besonderes da er genutzt werden kann um ein Teilprogramm auszuführen wenn kein Sicherheitsprogramm installiert ist. Die drei anderen (auch Nr.1, falls nicht für Sicherheitsprogramme genutzt) stehen zur freien Verfügung und können mit Makros getestet werden. Eingang 4 dient dem Anschluss eines externen Knopfes, damit die Einzelschritt-Funktion genutzt werden kann.

Aktivieren und bestimmen Sie den Index Takt wenn ein Spindel Sensor mit nur einem Slot vorliegt.

Aktivieren Sie *Limit Override*(=Grenze beeinflussen) wenn Mach2 die Endschalter steuern soll und ein externer Knopf installiert ist. Dieser kann zur Bearbeitung betätigt werden. Alternativ kann ein Bildschirm-Schalter eingesetzt werden.
Aktivieren und bestimmen Sie den Notaus-Schalter der in Notfällen betätigt werden soll.

Aktivieren und definieren Sie *OEM-Trigger-inputs*(=OEM-Trigger-Eingänge) um OEM-Tastenfunktionen aufzurufen ohne dass Bildschirmtasten betätigt werden müssen.

Aktivieren und definieren Sie *Timing* wenn die Spindelüberwachung mit mehr als einer Anschlussbuchse ausgestattet ist.

Aktivieren Sie *Probe* um THCOn, THCUp und THCDown für Plasmalampen zu steuern.
An einen Parallelport sind fünf Anschlüsse vorhanden, an zwei also 10(oder, wenn 2 -9 als Eingänge definiert wurden, dann 13). Normalerweise reicht die Zahl der Anschlüsse nicht aus, besonders dann wenn zusätzlich Linearlängenmessgeräte oder andere Gebergeräte angeschlossen werden sollen!

Ein Tastatur Emulator kann ebenfalls für Eingangssignale verwendet werden.
Vergessen Sie nicht vor dem nächsten Schritt auf *Apply* zu drücken.

5.3.3 Emulierte Eingangssignale

Wenn Sie in der Spalte *Emulated* bei *Input* ein Häkchen setzen, dann werden der Active-lo Zustand für das Signal und und die Port/Pin Nr. ignoriert, der Eintrag in der *Hotkey*-Spalte jedoch wird interpretiert. Wenn der Code eines Tastensignals mit dem einer Hotkey-Eingabe übereinstimmt, dann wird dieses Signal als aktiv interpretiert. Das Signal für Loslassen der Taste bedeutet „inaktiv“.

Die Signale für das Drücken und Loslassen der Tasten kommen normalerweise von einem Tastatur Emulator(wie dem Ultimarc IPAC oder Hagstrom) der von einem Schalter ausgelöst wird welcher wiederum mit dem Emulator verbunden ist.

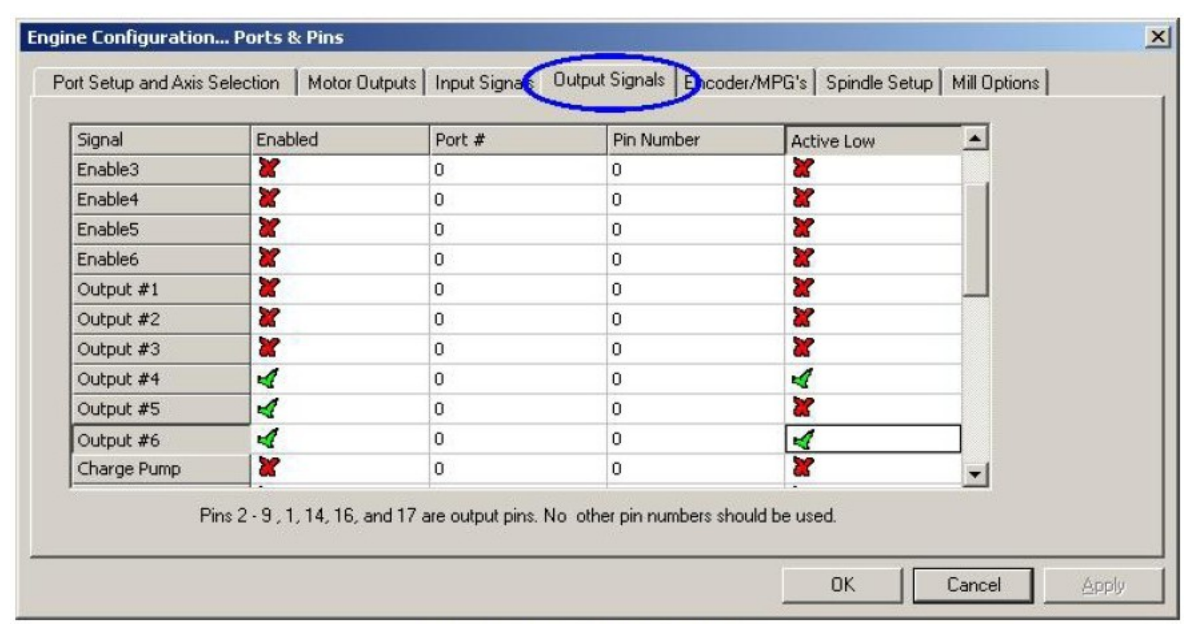


Abbildung 5.6: Ausgangssignale

So ist es möglich mehr Schalter zu überwachen als freie Kontakte am Parallelport vorhanden sind, allerdings kann sich der Schaltvorgang auch signifikant verzögern. Windows ist zudem imstande mitunter Signale für Loslassen und Drücken der Tasten zu überspringen.

Emulierte Signale können nicht für *Index* oder *Timing* und sollten nicht für NotAus verwendet werden.

5.3.4 Ausgangssignale

Die Ausgangssignale werden im Register *Output Signals* konfiguriert(siehe Abb. 5.6).
Sie werden wahrscheinlich nur einen *Enabled* Ausgang aktivieren(da alle Achsantriebe damit verbunden werden können). Wenn tatsächlich der Ladepumpen-/Impulsmonitor verwendet wird, dann können Sie Ihre Achsantriebe am Ausgang aktivieren.

Die Achsenausgangssignale werden für Start und Stopp der Spindel(im Uhrzeigersinn, optional gegen den Uhrzeigersinn), für Flut- und Nebelkühlmittelpumpen und die dazugehörigen Ventile und für die Steuerung über Ihre persönlichen Mach3-Hotkeys und Benutzer-spezifischen Makros verwendet.

Die Ladepumpe sollte aktiviert und konfiguriert worden sein, da evtl. Ihre Übergangsplatine deren Eingangsimpulse bei Abschluss der Programmkonfiguration und bei reibungslosem Betrieb akzeptiert. Die Ladepumpe 2 wird verwendet wenn eine weitere Übergangsplatine am Port 2 angeschlossen ist oder wenn man Port 2 auf korrekte Funktion überprüfen will.
Vergessen Sie nicht vor dem nächsten Schritt auf *Apply* zu drücken.

5.3.5 Konfiguration der Geber-Eingänge

Die Registerkarte MPG dient der Bestimmung von Anschlüsse und der Auflösung von Längenmessgeräten als linearen Gebern oder Manuellen Pulsgeneratoren (MPGs) mit denen die Achsen in Gang gesetzt werden.

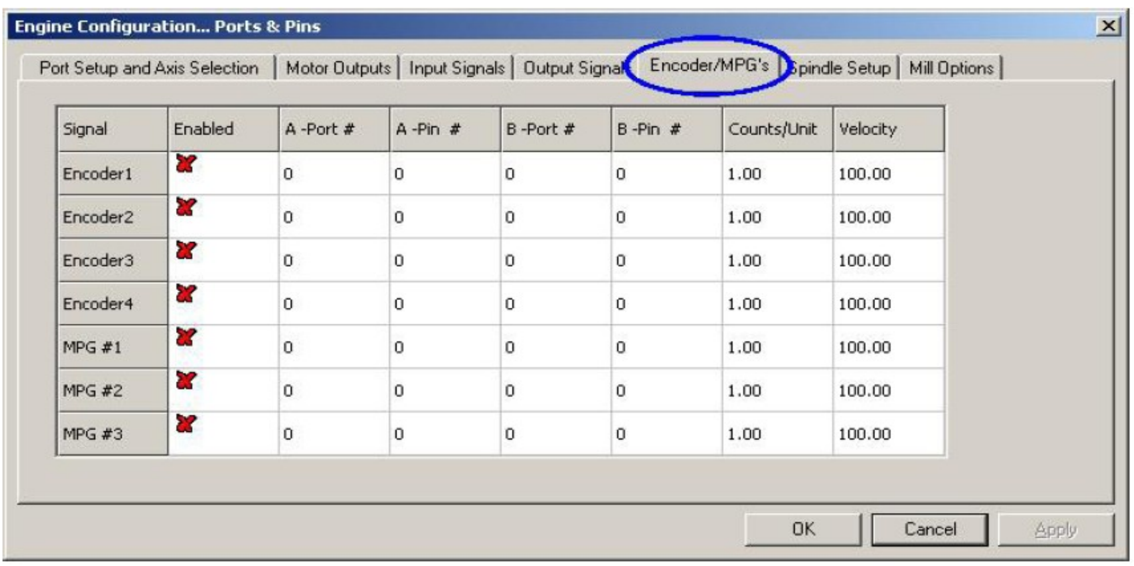


Abbildung 5.7: Geber Eingänge

Dies ist eine Ergänzung der Beschreibung des Menüs *Configuration > Ports & Pins.* Dieses Dialogfeld enthält keine „active-lo“-Spalte da bei falscher Zählung durch den Geber lediglich das Vertauschen der A und B zugewiesenen Pins notwendig wird.

5.3.5.1 Geber

Der Wert für *Counts/Unit* sollte dem der Auflösung des Gebers entsprechen. Auf diese Weise enthält eine Linearskala mit einer Teilung von 20 Mikrometern einen Zähler alle 5 Mikrometer(erinnern Sie sich an das Vierfach-Signal), das sind 200 Zähler pro Einheit(Millimeter). Bei Zollskalen wären es $200 \cdot 25{,}4 = 5080$ *Counts/Unit*. Der Wert für die Geschwindigkeit wird nicht genutzt.

5.3.5.2 MPGs

Der *Counts/Unit*-Wert wird genutzt um die Anzahl vierfacher Zähler zu bestimmen die für Mach3 generiert werden müssen um die MPG Bewegung sichtbar zu machen. Bei einem CPR100 Geber ist der Wert 2 passend. Für größere Auflösungen sollten größere Werte eingestellt werden um die gewünschte mechanische Sensibilität zu erreichen. Bei einem CPR1024 ist der Wert 100 bestens geeignet.
Der Wert für die Geschwindigkeit bestimmt die Skalierung der Impulse die zu der vom MPG gesteuerten Achse gesendet werden. Je niedriger der Wert um so schneller bewegt sich die Achse. Die Einstellung erfolgt am besten durch probieren.

5.3.6 Konfiguration der Spindel

In *Configuration > Ports & Pins* ist *Spindle Setup* das nächste Register. Dort kann die Art der Kühlmittel- und Spindelsteuerungen bestimmt werden. Entscheiden Sie selbst ob Mach3 keine Steuerung übernimmt, ob es die Spindel an- und ausschaltet oder ob die Geschwindigkeit über PWM(Pulsbreitenmodulation)- und Richtungssignale vollständig gesteuert wird. Das Dialogfeld ist in Abbildung 5.8 dargestellt.

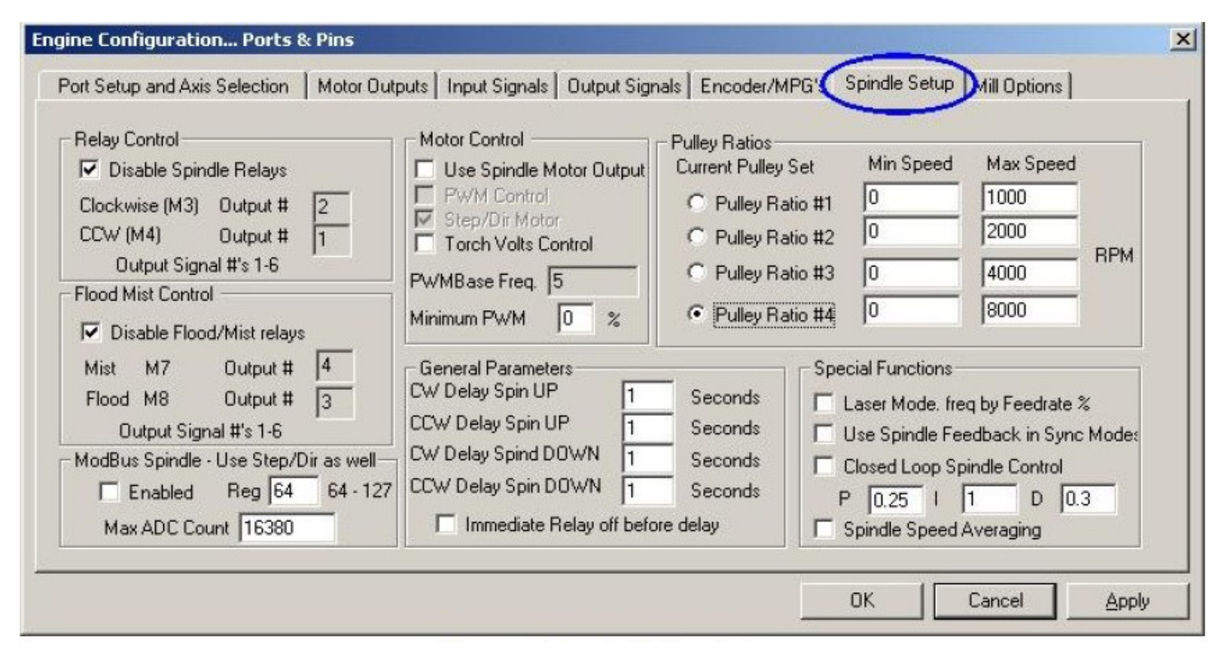


Abbildung 5.8: Spindel Setup

5.3.6.1 Kühlmittel Kontrolle

Mit M7 schaltet man den Kühlmittelfluss an, mit M9 das Nebelkühlmittel und kann damit auch das gesamte Kühlmittel abschalten. Im Abschnitt *Flutnebelsteuerung* werden dafür die Ausgangssignale bestimmt. Die Anschlüsse/Pins für die Ausgänge werden schon im Register Ausgangssignale bestimmt.

5.3.6.2 Spindel Relais Steuerung

Wenn die Spindelgeschwindigkeit manuell oder per PWM-Signal gesteuert wird, dann kann Mach3 die Richtung der Spindel sowie Start- und Stopzeiten(als Antwort auf M3, M4 und M5) über zwei Ausgänge definieren. Die Anschlüsse und Pins für die Ausgänge werden schon im Register Ausgangssignale bestimmt.

Wenn die Spindel über *Step/Direction* konfiguriert wird dann werden diese Steuerungsvarianten nicht benötigt. M3, M4 und M5 werden die erzeugte Impulsfolge dann automatisch steuern.
Wenn Sie diese Funktion nicht nutzen möchten aktivieren Sie den Punkt *Disable Spindle Relays*.

5.3.6.3 Motor Steuerung

Markieren Sie *Use Motor Control* wenn Sie die *PWM-Steuerung* oder *Step/Direction Motor* für die Spindel nutzen möchten.

PWM-Steuerung

Das PWM Signal ist ein digitales Signal, wobei die Geschwindigkeit des Motors in Prozent von der Höchstgeschwindigkeit angegeben ist und mit dem zeitlichen High-Anteil des Signals ansteigt.

Wenn also beispielsweise ein Motor und eine PWM-Endstufe mit maximal 3000 U/min laufen, dann würde nach Abbildung 4.12 der Motor mit $3000 \cdot 0{,}2 = 600\, U/min$ laufen. Nimmt man das Signal in Abbildung 4.13, dann wären es 1500 U/min.

Mach3 muss einen Abgleich zwischen der Anzahl generierbarer unterschiedlicher Pulsbreiten und der Höhe einer Frequenz pro Rechteckwelle erstellen.
Wenn Mach3 mit einem 25000 Hz Kernel ausgestattet ist, können bei einer Frequenz von 5 Hz 5000 Geschwindigkeiten realisiert werden. Bei 10 Hz werden noch 2500 mit 1 bis U/min realisiert.

Eine niedrige geradwellige Frequenz führt dazu dass der Motor mehr Zeit benötigt um die angeforderte Geschwindigkeitsänderung umzusetzen. Ein Kompromiss sind 5 bis 10 Hz. Tragen Sie die Frequenz in das Feld *PWM Base Frequency* ein.

Viele Motoren und Antriebe besitzen eine Mindestdrehzahl, da ein Lüfter bei niedrigen Geschwindigkeiten kaum Wärme abführen kann obwohl gerade dann hohe Drehmomente und Ströme erzeugt werden können.

Im Feld *Minimum PWM%* kann ein Vielfaches der Maximalgeschwindigkeit in Prozent eingegeben werden, bei dem Mach3 die Aussendung von PWM-Signalen stoppt.

Beachten Sie dass auch PWM-Antriebselektroniken Vorgaben und Einstellungen zur Mindestgeschwindigkeit besitzen können, sie sind in *Mach3 Pulley Configuration* einstellbar(siehe Abschnitt x.x). Das Grenze sollte etwas über der PWM-Mindestgeschwindigkeit bzw. über dem Hardware Limit liegen, da so die Geschwindigkeit gehalten und/oder bei Auftreten eines Problems eine noch verständliche Fehlermeldung ausgegeben wird anstatt den Motor anzuhalten.

Schritt- und Richtungsmotor

Hier kann ein mehrgängiger Antrieb verwendet werden der über Schrittimpulse gesteuert wird oder auch ein Servo-Antrieb.

Die *Mach3 Pulley Configuration*(siehe Abschnitt 5.5.6.1) dient auch hier zur Einstellung der Mindestdrehzahl wenn diese vom Motor benötigt wird.

5.3.6.4 Modbus Steuerung

Dieser Block ermöglicht die Installation eines analogen Anschlusses für ein Modbus-Gerät(z.B. Homann Mod10) zur Steuerung der Spindelgeschwindigkeit. Für weitere Details lesen Sie die Dokumentation zu dem Modbus Gerät.

5.3.6.5 Allgemeine Parameter

Diese erlauben nach dem Start/Stop der Spindel und vor der Ausführung weiterer Mach3-Befehle eine zeitliche Verzögerung(Haltezeit). Solche Verzögerungen können genutzt werden um das Abbremsen zu verzögern, und damit für den direkten Wechsel vom Uhrzeigersinn zum gegenläufigen Drehsinn eine Softwareschutzfunktion gegeben ist.
Die Haltezeiten werden in Sekunden eingegeben.

Wenn *Immediate Relay Off Before Delay* aktiviert ist, wird bei Betätigung von M5 das Spindel-Relais ausgeschaltet. Wenn nicht, dann bleibt das Spindel-Relais bis zum Ende der Verzögerung eingeschaltet.

5.3.6.6 Pulley Rate

Mach3 steuert die Geschwindigkeit des Spindel Motors. Geschwindigkeiten werden mit dem S-Wort programmiert. Das Mach3 *Pulley*-System ermöglicht die Bestimmung der Beziehung zwischen den 4 Antrieben. Nach Einstellung des Spindelmotors in Abschnitt 5.5.6.1 wird dies leichter verständlich.

5.3.6.7 Besondere Funktionen

Laser Mode sollte nur dann aktiviert werden wenn man die Laserschneidkraft über den Vorschub regeln möchte.

Use Spindle Feedback in Sync-Modus sollte deaktiviert bleiben.

Wenn *Closed Loop Spindle Control*(=Spindel Steuerung im geschlossenem Regelkreis) aktiviert ist wird in der Software ein Regelkreis installiert. Das S-Wort fragt den Index- oder Timing-Sensor ab, dieser erfasst die Geschwindigkeit der Spindel und die Schleife passt sich dem gegebenen Wert an. Die Variablen **P**,**I** und **D** müssen hierfür der Reihenfolge nach von 0 nach 1 eingestellt werden.

„P“ steuert die Schleifenzunahme, ein zu großer Wert führt zum Schwingen um bzw. zum Annähern an den angeforderten Wert.
Die Dämpfungsrate **„D“** stabilisiert solche Schwingungen mit der Ableitung der Geschwindigkeit(Änderungsrate).
Die Variable **„I“** kontrolliert im langsamen Modus permanent den Unterschied zwischen aktueller und angeforderter Geschwindigkeit.
Stellen Sie die Werte in *Operator > Spindle calibrate* ein.

Die exakte Spindel Geschwindigkeit ist aber weniger wichtig weshalb Sie diese Funktion von Mach3 Turn nicht verwenden brauchen.

Wenn S*pindle Speed Averaging* aktiviert ist, ermittelt Mach3 die durchschnittliche Zeit zwischen den Index/Timing Impulsen über mehrere Umdrehungen hinweg. Dies könnte bei Spindeln mit kleinen Massenträgheitsmomenten von Nutzen sein oder bei solchen deren Steuerung dazu tendiert kurzzeitige Geschwindigkeitsänderungen zu verursachen.

5.3.7 Register Fräse Optionen

Das letzte Register in *Configuration > Ports & Pins* ist *Mill Options*(=Fräse Optionen).

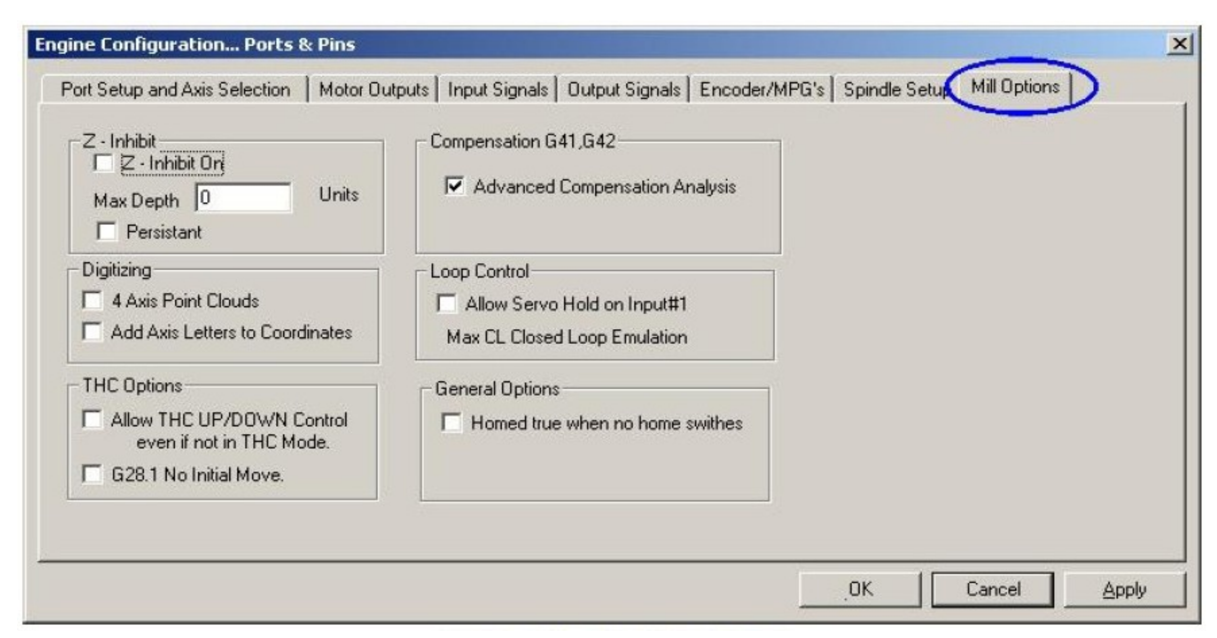


Abbildung 5.9: Fräse Optionen

Z-inhibit On
Die Funktion wird mit *Z-inhibit On* aktiviert.
In *Max Depth* wird die maximale Verfahrtiefe in Z-Richtung eingegeben. Mit *Persistent* merkt sich das Programm den jeweiligen Zustand zwischen Starten und Starten von Mach3(kann mit Bildschirmgriff geändert werden).

Digitalisierung
Markierung von *4-Axes point clouds* ermöglicht die Aufnahme des A-Achsenzustandes sowie von X, Y und Z. *Add Axis Letters To Coordinates* verbindet die Daten mit dem Achsennamen in der *Point-Clouds*-Datei.

THC-Optionen
Selbsterklärend.

Kompensation G41, G42
Eine detailierte Kompensationsanalyse wird im Vorfeld vorgenommen damit die Gefahr thermischer Abtragung verringert wird wenn die Schneide an komplizierten Bauteilen abgeglichen wird.(bei Verwendung von G41, G42).
Auf „true“ eingestellt wenn der Referenzschalter nicht vorhanden ist. Das System wird scheinbar an die Referenzposition gesetzt(LED'S leuchten grün). Sollte nur aktiviert werden wenn keine Referenzschalter unter *Ports&Pins* bestimmt werden.

5.3.8 Testbetrieb

Die Software ist nun soweit konfiguriert dass einige Hardwaretests durchgeführt werden können. Falls das Anschließen der Eingänge für die manuellen Schalter bequem ist sollte dies jetzt getan werden.

Starten Sie **Mach3 Mill** und öffnen Sie das Diagnose-Fenster. Dort gibt es eine LED Tafel, welche die Logik-Level der Ein- und Ausgänge anzeigt. Überzeugen Sie sich davon dass das externe E-Stop-Signal deaktiviert ist(rote LED leuchtet dann nicht). Drücken Sie nun den Reset-Knopf auf dem Bildschirm. Dessen LED sollte nun aufhören zu leuchten.

Wenn Ausgänge zur Datenübertragung für Kühlmittel oder Spindeldrehung verbunden sind, dann können die dazugehörigen Bildschirmknöpfe zum An- und Ausschalten dieser Ausgänge verwendet werden. Die Maschine sollte auch reagieren, alternativ können die Spannungen auch mit einem Multimeter angezeigt werden. Als nächstes betätigen Sie den Referenzschalter, die dazugehörigen LED's sollten nach Aktivierung gelb leuchten.
Mit diesen Tests wird sichergestellt dass die Ein- und Ausgänge korrekt adressiert und verbunden sind.

Sind zwei Anschlüsse miteinander verbunden, die Testsignale aber nur für einen der beiden bestimmt, dann wird ein Schalter sinnvoll der temporär nur einen der beiden Referenzschalter prüft.
Vergessen Sie nicht auf *Apply* zu klicken wenn Sie diesen Test durchführen möchten. Bei problemlosem Durchlauf wird die vorhergehende Konfiguration wieder hergestellt.
Auftretende Probleme sollten am besten gleich behoben werden weil das Fahren der Achsen danach leichter ist. Sollte kein Multimeter vorhanden sein, dann verwenden Sie einen Logiktastkopf oder einen D25-Adapter um den Status der Pins anzuzeigen. Im wesentlichen müssen Sie herausfinden ob *a)* die Ein- und Ausgangssignale des Rechners falsch sind(d.h. Mach3 führt eine unerwartete Aktion aus) oder *b)* die Signale nicht zischen D25 und Maschine ankommen(Z.B. Kabel- oder Konfigurationsprobleme mit der Übergangsplatine der Maschine).
Eine Viertelstunde Unterstützung von einem guten Bekannten kann in solchen Situationen Wunder tun, selbst wenn Sie ihm/ihr das Problem nur beschreiben weil Sie dadurch evtl. selbst auf die Ursache stoßen. Sie werden womöglich mit folgenden oder ähnlichen Worten in Ihrem Erklärungsversuch vielleicht innehalten und sagen “Jetzt weiß ich woran es lag“.

5.4 Bestimmung der Setup-Einheiten

Wenn die Grundfunktionen laufen, können als nächstes die Achsantirebe konfiguriert werden. Sie müssen sich dabei erst einmal zwischen metrischem und imperischem Maßsystem entscheiden. Sie werden später in der Lage sein Teilprogramme in jeder Einheit ablaufen zu lassen, ganz gleich welche Option Sie wählen.

Der Rechenteil der Konfiguration wird etwas einfacher wenn Sie das gleiche System wählen in welchem Ihr Antriebsstrang (Z.B. Kugelgewinde-trieb) konfiguriert ist. Eine Schraube mit der Steigung 0,2 Zoll(5TPI) ist im imperischen System leichter zu installieren als wie im metrischen. Gleichsam ist eine Schraube mit 2mm Steigung besser in Millimetern zu installieren. Leicht kann auch eine Umrechnung mit dem Multiplikator 25,4 vorgenommen werden.
Andererseits ist es vorteilhaft wenn man die einmal vorgenommenen Einstellungen beibehält und für die regelmäßigen Bearbeitungen verwendet. Die DRO's können blockiert werden um dem System anzuzeigen was das Teileprogramm gerade macht(Z.B. Schalten der Einheiten mit G20 und G21).



Abbildung 5.10: Bestimmung Einheiten

Sie haben die Wahl. Stellen Sie in *Setup Einheiten* das bevorzugte Maßsystem ein. Ist die Auswahl einmal getroffen und durch *Apply* wirksam geworden dann darf ohne Ausführung der folgenden Schritte keine weitere Modifikation erfolgen, ansonsten wird die totale Verwirrung auf Sie hereinbrechen. Eine Warnung deshalb wird ausgegeben.

5.5 Motor Tuning

Nun, nach all den Details wird es nun Zeit die Dinge in Bewegung zu bringen – literarisch! In diesem Abschnitt wird die Installation der Spindel- und Achsantriebe bei Geschwindigkeitssteuerung durch Mach3 beschrieben.

Die gängige Strategie ist folgende:

a) Berechnung der Auswahl der Schrittimpulse pro Bewegungseinheit von Werkzeug oder Tisch die zum Achsantrieb geschickt werden.
b) Maximale Geschwindigkeit fahren
c) Einstellen der gewünschten Beschleunigung

Empfohlen wird nur eine Achse auf einmal zu bewegen. Sie möchte vielleicht auch den Motor testen bevor mit dem Werkzeug eine mechanische Verbindung hergestellt wird.
Überprüfen Sie lieber mehrmals alle Kabelverbindungen zwischen Endstufenelektronik und Übergangsplatine oder dem Rechner und verbinden Sie nun die Achsenendstufe mit einer Spannungsquelle.

5.5.1 Berechnung der Schritte / Einheit

Mach3 kann automatisch eine Testbewegung an einer Achse ausführen und die Schritt pro Bewegungseinheit ausrechnen. Aber dies wird noch im Abschnitt über das Fein-Tuning besprochen.

Die Anzahl der Schritte die Mach3 bei einer Bewegungseinheit vorgibt ist abhängig von der Mechanik des Antriebes(Z.B. Spiel des Kugelgewindetriebes, Übersetzung zwischen Motor und Schraube), den Eigenschaften des Schrittmotors oder dem Impulsgeber des Servomotors, von Mikroschritt oder von der Übersetzung in der Antriebselektronik.

Wir betrachten die drei genannten Punkte zunächst einzeln nacheinander und dann gemeinsam.

5.5.1.1 Berechnung mechanischer Antriebe

Sie berechnen nun die Anzahl der Umdrehungen der Motorabtriebswelle die notwendig ist um die Achse um eine Einheit zu verschieben. Das Ergebnis wird > 1 (Zoll) oder < 1 (mm) sein was natürlich keinen Unterschied macht. Benutzen Sie dafür einen Taschenrechner.

Bei Schnecken und Schneckengängen wird der Anstieg benötigt(Windungshöhe, oder höchster Abstand) und die Anzahl der Windungsanfänge. Zöllige Schnecken werden in „tpi“ (= threads per inch bzw. Windungen pro Zoll) angegeben.
Im Mach3 Programm ist der Anstieg 1 / tpi , der Kehrwert also. Bei einer 8 tpi Schraube mit einem Anfang beträgt der Wert für den Anstieg $1:8=0{,}125\,Zoll$.

Wenn die Schnecke mehrere Anfänge besitzt, multiplizieren Sie den ungefähren Anstieg damit, um den tatsächlich Anstieg zu erhalten. Der wirkliche Schneckenanstieg ist eben der Verschiebungsweg der Achse bei einer Schneckenumdrehung.

Jetzt können Sie die Schneckenumdrehungen pro Einheit ausrechnen.

$$\frac{Schneckenumdrehungen}{Einheit} = \frac{1}{tatsächlichen\ Anstieg}$$

Wenn die Schnecke vom Motor direkt angetrieben wird, dann ist dies die Anzahl der Motorumdrehungen pro Einheit.

Beispiel:
Am Motor ist ein Zahnrad -, Ketten- oder Riemengetriebe angeflanscht. Das am Motor montierte Ritzel habe n_m Zähne, die Zähnezahl der Schnecke sei n_S , dann ist

$$\frac{U_{Motor}}{Einheit} = \frac{U_{Schnecke}}{Einheit} \cdot \frac{n_S}{n_m} \ .$$

Weiteres Beispiel:
Angenommen, eine 8 tpi Schraube wird über ein Zahnriemengetriebe mit dem Motor verbunden. Das Ritzel an der Schraube hat 48 Zähne und jenes am Motor 16 Zähne. Der Anstieg an der Abtriebswelle des Motors ist dann:

$$\frac{8 \cdot 48}{16} = 24$$

(Hinweis: rechnen Sie mit allen Zwischenergebnissen um Rundungsfehler zu vermeiden).

Noch ein Beispiel:
Eine Schnecke mit zwei Enden habe eine Gewindehöhe von 5mm(der effektive Anstieg sei 10mm) und wird über einen Zahnriemen vom Motor angetrieben. Das Motorritzel hat 24 Zähne, das an der Schnecke 48. $U_{Schnecke}$ sei 0,1.

Dann ist $$U_{Motor}/min = \frac{0{,}1 \cdot 48}{24} = 0{,}2 \quad .$$

Bei Ritzel/Zahnstange-Getrieben oder Kettentrieben ist die Berechnung ähnlich.

Finden Sie die Ganghöhe des Zahnriemens oder der Kette heraus. Oft werden Riemen/Ketten mit 5mm oder 8mm bzw. mit 0,375(=3/8) Zoll verwendet.

Bei einer Zahnstange muss die Teilung gefunden werden. Man erhält sie indem man den Abstand von 50 oder 100 Zahnzwischenräumen misst. Beachten Sie dass diese Länge keine ganze Zahl ist, weil die Konstante π enthalten ist(Zahnräder werden mit entgegengesetzter Ganghöhe hergestellt).
Wenn das Ritzel der Abtriebswelle mit der Zähnezahl n_S die Zahnstange/Riemen/Kette antreibt dann wird

$$\frac{U_{Welle}}{Einheit} = \frac{1}{Verzahnung \cdot n_S} \quad .$$

Haben wir z.B. eine 3/8 Zoll Kette und ein Kettenrad mit 13 Zähnen am Motor dann ist

$$\frac{U_{Motor}}{Einheit} = \frac{1}{0{,}375 \cdot 13} = 0{,}20513 \quad .$$

Das ist relativ „hochtourig“ und der Motor benötigt evtl. noch ein Übersetzungsgetriebe, auch, um die Anforderungen an das Drehmoment zu erfüllen. Dann muss einfach die Motordrehzahl durch das Übersetzungsverhältnis geteilt werden.

$$n_{Motor} = n_{Ab.Welle} \cdot \frac{n_S}{n_m}$$

Zum Beispiel ergibt ein Übersetzungsverhältnis von 10:1 2,0513 Umdrehungen pro Zoll. Bei Drehachsen ist die Einheit Grad. Man muss mit dem Gewindeverhältnis rechnen,

welches oft 90:1 ist. Bei direkt angetriebener Schnecke ergibt eine Umdrehung 4°.

$\frac{U_{Motor}}{Einheit}$ beträgt in diesem Fall 0,25. Eine Übersetzung 2:1 ergäbe $0{,}5\frac{U}{Einheit}$.

5.5.1.2 Berechnung der Schritte/Umdrehung des Motors

Die Auflösung moderner Schrittmotoren beträgt normalerweise 200/U (Z.B. 1,8°/ Schritt). Hinweis: Bei älteren Motoren sind es mitunter 180 Schritte / Umdrehung, solche Modelle sind aber selten anzutreffen.

Die Grundauflösung eines Servomotors ist abhängig vom Impulsgeber der Abtriebswelle und wird meistens in CPR (=cycles per revolution) angegeben. Weil das Ausgangssignal die Quadratur ist, wird die effektive Auflösung das vierfache dieses Wertes ergeben. Man kann zwischen 125/2000 und 500/8000 Schritte/U erwarten.

5.5.1.3 Berechnung der Schritte/Umdrehung des Motors mit Mach3

Für die Schrittmotoren wird die Verwendung einer Mikroschritt Antriebselektronik empfohlen. Sollten Sie stattdessen einem Ganz- oder Halbschrittantrieb verwenden, dann wird ein größerer Motor notwendig und es wird Probleme mit Resonanz geben. Diese wiederum beeinflusst Leistung und Geschwindigkeit.
Einige Mikroschritt Antriebe haben eine festgelegte Anzahl Mikroschritte(normal 10) während die Anzahl bei anderen konfiguriert werden kann. Wir verwenden den 10 als Beispielwert. Das heißt Mach3 muss 2000 Impulse/U an einen Schrittachsenantrieb schicken.
Einige Servoantriebe benötigen einen Impuls pro ¼ Zähler des Motors. Das bedeutet Mach3 muss 2000 Impulse/U an einen Schrittachsenantrieb senden.

Einige Servoantriebe benötigen einen Impuls pro ¼ Zähler vom Motor Impulsgeber(ergibt 1200 Schritte/U bei einem 300CPR Geber). Andere besitzen eine elektronische Gangregelung bei der die eingangsseitigen Schritte mit einem Integerwert vervielfacht und manchmal auch durch einen weiteren Integerwert dividiert werden können. Die Multiplikation der eingangsseitigen Schritte kann bei Mach3 sehr nützlich sein, da die Geschwindigkeiten kleiner Servomotoren mit Impulsgeber für hohe Auflösungen durch die maximal erzeugbare Impulsrate von Mach3 begrenzt sein kann.

5.5.1.4 Mach3 Schritt pro Einheit

Nun können wir endlich rechnen:

$$Mach3\,Schritt/Einheit = \frac{Mach3\,Schritte}{U} \cdot \frac{U_{Motor}}{Einheit}$$

In Abbildung 5.11 ist das Dialogfeld *Configuration > Motor Tuning* dargestellt. Klicken Sie einen Knopf an um die zu konfigurierende Achse auszuwählen und geben Sie den berechneten Wert von *Mach3 Steps Per Unit* in das Feld über dem Knopf *Save Settings* ein. Dies ist kein Integer-Wert, daher ist die Genauigkeit beliebig. Speichern Sie die Einstellungen.

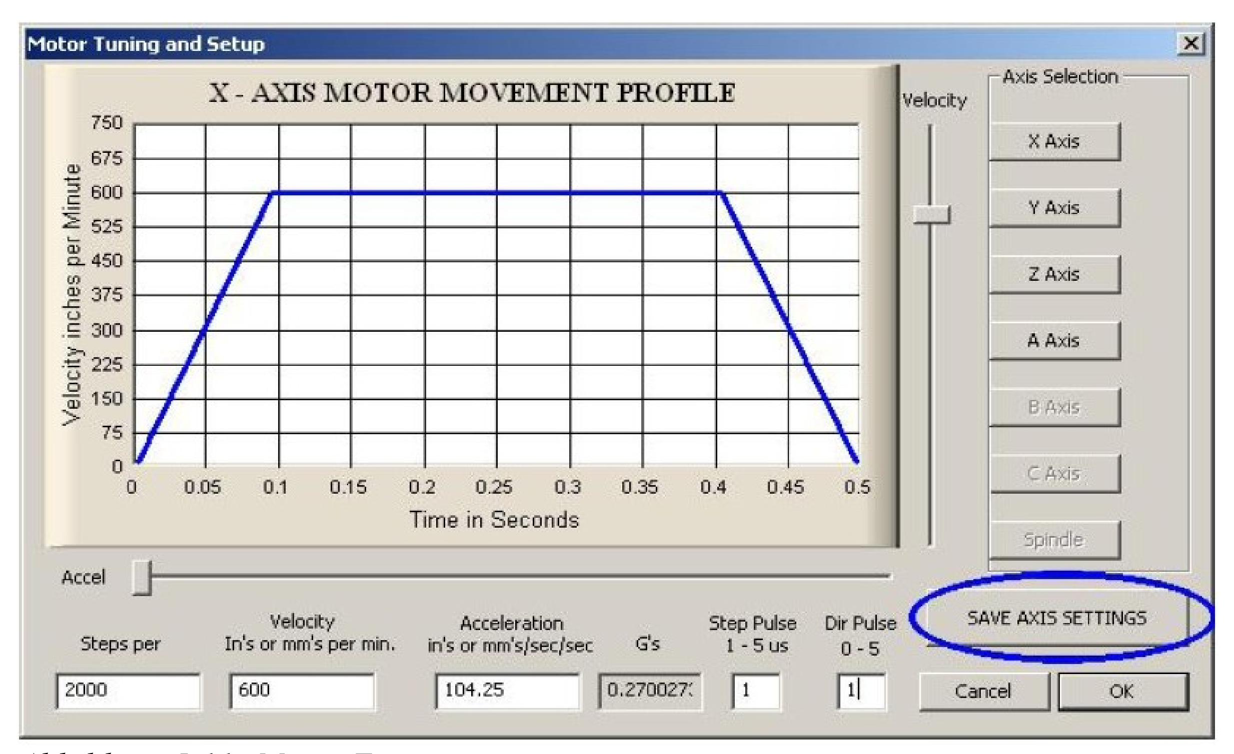


Abbildung 5.11: Motor Tuning

5.5.2 Einstellen der maximalen Geschwindigkeit des Motors

Im Dialogfeld *Configuration > Motor Tuning* kann mit dem Schieber eine Bewegung simuliert und in einem Geschwindigkeit-Zeit Diagramm aufgezeichnet werden. So wird die Achse bis auf Höchstgeschwindigkeit beschleunigt und wieder verlangsamt. Stellen Sie für dieses Mal die Höchstgeschwindigkeit ein. Die simulierten Werte werden synchron aktualisiert. Geschwindigkeit wird in Einheiten pro Minute angegeben, Beschleunigung sowohl in Einheit pro Sekunde als auch in „G“ damit ein fassbarer Eindruck von den wirkenden Kräften möglich ist. Die höchste darstellbare Drehzahl wird von der maximalen Impulsrate von Mach3 begrenzt. Wurden 25.000 Hz und 2000 Schritte/Einheit eingestellt dann ergibt sich eine Maximaldrehzahl von 750 U/min.
Dieser Wert gewährleistet aber allein kein sicheres Betreiben Ihres Motors oder sonstigen Antriebs. Sie können die notwendigen Berechnungen vornehmen oder einige praktische Versuche. Praktizieren wir erstmal.

5.5.2.1 Motor Drehzahl, Versuchsbetrieb

Nach Einstellung der Schritte/Einheit und Speicherung der Achsendaten klicken Sie OK und überprüfen ob alles richtig angeschaltet ist. Bei Klick auf Reset leuchtet eine LED.
Gehen Sie wieder ins Dialogfeld *Configuration > Motor Tuning* und wählen Sie die Achse aus. Stellen Sie dann mit dem Geschwindigkeitsregler 20% v_{max} ein. Drücken Sie die Nach-oben-Taste. Die Achse sollte sich nun in +Richtung bewegen. Wenn sie sich zu schnell davon macht wählen sie einfach einen niedrigen Wert, wenn sie kriecht einen höheren. Drücken Sie die Nach-Unten Taste für die Gegenrichtung.
Ist die Richtung falsch, dann speichern Sie die Achse und führen einen der folgenden Schritte aus:

a) Ändern Sie die lo-active Einstellung am Richtungs-Pin der Achse im Menü *Konfigurationen > Port&Pins > Output Pin Tabs*
b) Kontrollieren Sie das betreffende Feld in *Configuration > Motor Renewals*

Klicken Sie auf *Save Settings*.

Man kann auch einfach ausschalten und die Kontakte zwischen Antriebselektronik und Motor vertauschen. Bei Brummen oder schrillen Geräuschen des Motors sind entweder Anschlussfehler oder die Höhe der Drehzahl die Ursache. Die Schaltpläne von Schrittmotoren(besonders 8-kabelige) sind manchmal sehr verwirrend. Lesen Sie dazu die Bedienungsanleitung des Motors oder der Antriebselektronik.

Wenn ein Servomotor bei v_{max} knallt oder davon läuft und gleichzeitig ein Fehler an der Endstufe gemeldet wird, dann muss der Anker(oder Impulsgeber) umgepolt werden. Lesen Sie dazu die Bedienungsanleitung der Servoelektronik. Das Auftreten von Problemen wird hierbei durch Verwendung der jeweils neuesten Hardware umgangen. Kaufen Sie einmal aber dafür richtig!

Die meisten Antriebe arbeiten recht gut mit einer Impulsbreite von 1 Mikrosekunde. Bei Problemen während der Probefahrt(Z.B. Motor zu laut) überprüfen Sie zuerst dass die Schrittimpulse nicht invertiert werden(...ist der Fall wenn im Menü *Ports & Pins* „lo-active“ fälschlicherweise auf „Schritt“ eingestellt ist), dann können Sie die Impuls- breite auf, sagen wir, 5 Mikrosekunden erweitern.

Das *Step- & Direction*-Dialogfeld ist leicht zu bedienen. Bekommt man hier durch ungenaue ja fehlerhafte Eingaben tatsächlich noch etwas zum Laufen so wird eine spätere Fehlersuche doch unheimlich erschwert. Es muss dann wiederum sehr systematisch vorgegangen werden oder die Impulse müssen mit einem Oszilloskop überprüft werden.

5.5.2.2 Berechnungen zur Höchstdrehzahl

Wenn Sie die Motordrehzahl berechnen möchten, lesen Sie bitte diesen Abschnitt. Eine ganze Menge Parameter beeinflussen die Geschwindigkeit einer Achse:

- **Motorhöchstdrehzahl(oft 4000 U/min bei Servo-, 1000 U/min bei Schrittmotoren)**
- **Höchstgeschwindigkeit des Kugelgewindetriebs, abhängig von Durchmesser, Länge, Einspannung**
- **Höchstgeschwindigkeit von Riemen- oder Schaltgetriebe**
- **Höchstgeschwindigkeit die von der Antriebselektronik fehlerfrei unterstützt wird**
- **Höchstgeschwindigkeit um ausreichend Schmierung zu gewährleisten**

Die beiden ersten Anstriche treffen am ehesten zu. Sie müssen die Technischen Daten des Herstellers einsehen, die zulässigen Geschwindigkeiten(Einheit/Sekunde) von Motor und Schraube berechnen und im Feld für die Achsenbewegung eingeben. Tragen Sie im Menü *Motor Tuning* den Höchstwert im Feld *Speed* ein. Das Mach1/Mach2 Yahoo Online Forum ist ein nützliches Werkzeug um speziell zu diesem Punkt von anderen Nutzern weitere wertvolle Informationen zu erhalten.

5.5.2.3 Schritte/Einheit automatisch einstellen

Es könnte sein dass Sie die Auslegung Ihres Achsantriebes nicht analysieren können oder die genaue Steigung der Schraube nicht kennen. Wenn Sie aber zumindest in der Lage sind die Verschiebung der Achse zu ermitteln (mit einer Messuhr oder Messblöcken), dann kann Mach3 aus diesen Daten die für die Konfiguration dringend benötigten Schritte / Einheit berechnen.

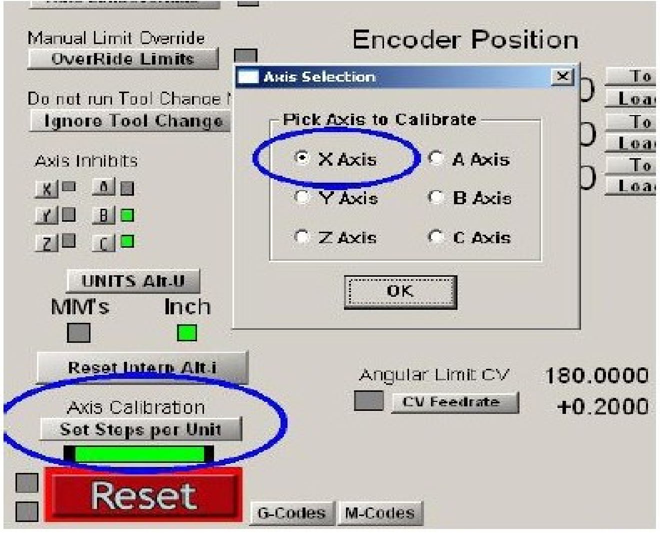


Abbildung 5.12: Automatische Schritte/Einheit

Abbildung 5.12 zeigt den Knopf auf dem Einstellungsfenster mit dem der Prozess gestartet wird.
Daraufhin öffnet sich ein Fenster in welchem die zu konfigurierende Achse ausgewählt wird. Nach Eingabe einer Bezugslänge für die Verschiebung wird Mach3 die Achse bewegen. Bereiten Sie sich auf das Drücken des Not-Aus Knopfes vor, da Einstellungsfehler zum Crash führen können. Am Ende der Bewegung werden Sie aufgefordert, die exakte Entfernung vom Bewegungsursprung einzugeben die für die Berechnung der Schritte/Einheit benötigt wird.

5.5.3 Entscheidungen bzgl. der Beschleunigung

5.5.3.1 Massenträgheit und Kräfte

Kein Motor ist zu sofortigen Geschwindigkeitsänderungen einer bewegten Last imstande. Zur Überwindung der Trägheitskräfte aller Teile einschließlich des Motors selbst ist ein Drehmoment erforderlich, bei linearen Bewegungen müssen in den Verbindungselementen Verschiebungskräfte übertragen werden können. Die aufzubringende Betriebskraft muss Reibungskräfte(Z.B. Schneidwerkzeug) überwinden.

Der Motor wird durch Mach3 mit den konfigurierten Bewegungswerten beschleunigt(Z.B. gleichmäßig beschleunigt). Die aufgebrachten Kräfte und Momente müssen dafür größer als die zu bewegende Gesamtlast sein, wobei die Beschleunigung über das Massenträgheitsmoment indirekt von der Last abhängig ist. Wird das Drehmoment zu klein, werden Schrittmotoren „abgewürgt" und bei Servomotoren vergrößert sich der Positionsfehler. Erreicht der Fehler eine bestimmte Größe so kann es zur Aussendung eines Fehlersignal kommen. Doch auch wenn das nicht der Fall ist wird die Bearbeitungsqualität des Werkstückes darunter leiden. Dies wird weiter hinten noch erläutert.

5.5.3.2 Testen von Beschleunigungswerten

Üben Sie ein wenig mit dem Beschleunigungsschieber im Dialogfeld *Motor Tuning* und testen Sie verschiedene Beschleunigungen und Bremsungen. Bei kleineren Werten(sanfter Kurvenanstieg) ist der Anstieg hörbar.

5.5.3.3 Warum große Fehler der Servos vermeiden?

Die meisten Bewegungen des Teilprogramms werden mit mindestens zwei Achsen gleichzeitig ausgeführt. Also von Punkt (X=0, Y=0) zu Punkt (X=2, Y=1) bewegt Mach3 die X-Achse mit doppelter Geschwindigkeit der Y-Achse. Das Programm überwacht nicht nur konstante Bewegungen sondern auch die Beziehung zwischen mehreren Bewegung.

Auch zu hohe Beschleunigungen werden bei konfigurierten und angeschlossenen Achsen von Mach3 ausgeführt. Allerdings sind problemlose Verfahren und ausreichende Bearbeitungsqualität nicht mehr zu gewährleisten.

5.5.3.4 Einen Beschleunigungswert auswählen

Die Beschleunigung des Motors kann berechnet werden, wenn folgendes bekannt ist:

- Alle Massen
- Trägheitsmoment von Motor und Schraube
- Reibungskräfte
- Motordrehmoment

Hersteller von Kugelgewinde- und Linearantrieben geben Berechnungen oft in Ihren Katalogen an.

Wenn Sie nicht gerade „das Letzte aus Ihrer Maschine herausholen“ wollen, dann empfehlen wir Ihnen die Werte so einzustellen, dass die Geräusche beim Beschleunigen und Abbremsen nicht unangenehm werden. Das ist weniger wissenschaftlich, ist praktisch aber zuverlässig.

5.5.4 Speichern und Testen der Achsen

Vergessen Sie nicht zu speichern.

Nun sollten noch eine MDI-Kontrolle der Berechnung und dabei eine realistische Bewegung ausgeführt werden. Zur Grobüberprüfung genügt ein Stahllineal, für genaue Werte sollte eine Messuhr verwendet werden. Das Messgerät muss genau genommen am Werkzeughalter angebracht werden, bei konventionellen Fräsmaschinen genügt aber der Maschinenrahmen als Aufstellungsort da in der X-Y-Ebene keine Relativbewegung zwischen Spindel und Rahmen stattfindet.

Angenommen, Sie testen die X-Achse mit einem 4 Zoll-Messklotz, dann stellen Sie im MDI-Fenster auf Zoll sowie *absolute Koordinaten*(G20, G90). Befestigen Sie eine Klemme am Tisch und rücken Sie die Achse soweit bis ein beliebiger Referenzpunkt die Prüfnadel des Messgerätes berührt. Bewegen Sie die Achse in negativer X-Richtung.

Drehen Sie die Skalenblende um die Lesung zu nullen, siehe Abbildung 5.13.

Klicken Sie nun im MDI-Fenster auf G92 x 0 um einen Versatz zu definieren und im Gegenzug die Achse DRO zu nullen.

Geben Sie *GO x 4,5* ein um den Tisch 4,5 Einheiten zu bewegen. Der Spalt sollte ½ Zoll betragen. Wenn dies nicht so sein sollte dann war Ihre Berechnung der Schritte/Einheit nicht richtig. Kontrollieren und korrigieren Sie falls notwendig.

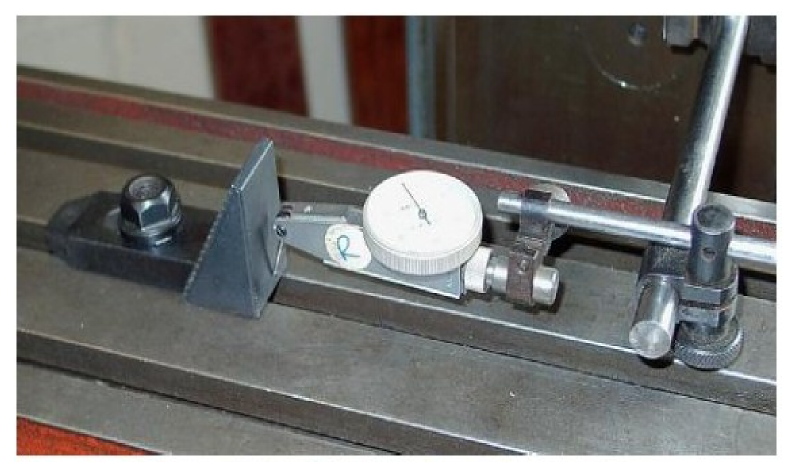


Abbildung 5.13: Bestimmung der Referenzposition

Legen Sie den Prüfklotz ein und verfahren Sie nach -X = 4,0 (*GO x -4*). Am Messgerät kann nun der Fehler abgelesen werden. Abbildung 5.14 zeigt die positionierte Messuhr.

Entfernen Sie die Messuhr wieder und geben GO x 2 ein um zurück auf die Referenzposition zu kommen. Wiederholen Sie den 4 Zoll Test, sagen wir 20 mal, um herauszufinden wie und ob sich die Werte reproduzieren. Bei größeren Unterschieden liegt

ein mechanisches Problem vor. Wenn die Werte gleich bleibend sind können die Schritte/Einheit-Werte weiter fein justiert werden.

Prüfen Sie als nächstes ob die Achse bei wiederholten Bewegungen Schritte auslässt. Entfernen Sie den Prüfklotz wieder. Tragen Sie wieder G0 x 0 im MDI-Fenster ein und kontrollieren Sie die Nullstellung mit dem Messgerät.

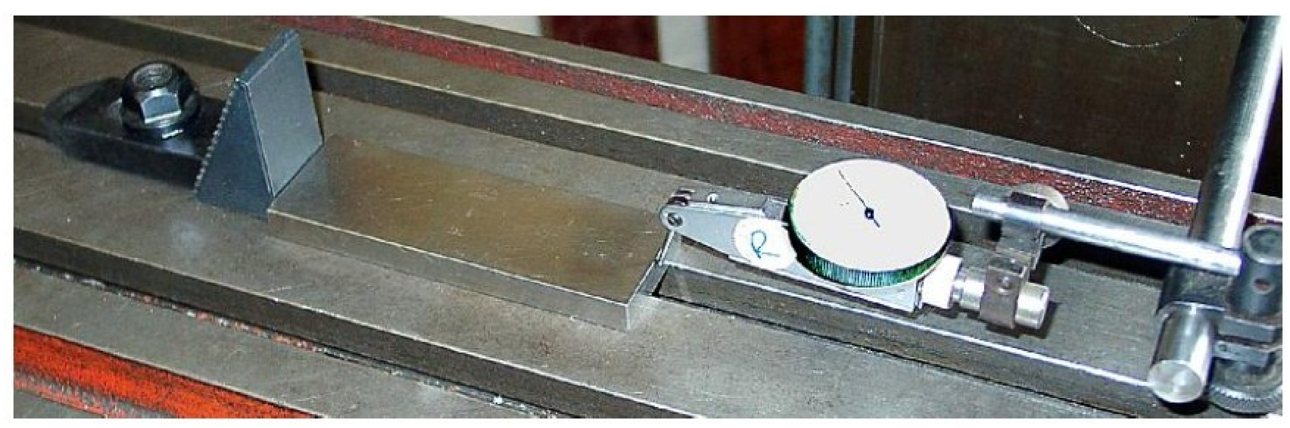


Abbildung 5.14: Prüfklotz eingelegt

Schreiben Sie mit einem Editor das folgende kleine Programm:

```
F1000         (schneller als moeglich, doch Mach3 begrenzt die Geschwindigkeit)
G20 G90              (Zoll und Absolut)
M98 P1234 L50        (Unterprogramm ausfuehren)
M30                  (Stop)
O1234
G1 X4
G1 X0         (Bewegung mit Vorschub und zurueck)
M99           (Zurueck)
```

Klicken Sie auf *Cycle Start*. Erscheint die Bewegung ruhig?
Am Ende der Bewegung sollte das Messgerät natürlich „Null“ anzeigen. Bei Problemen muss die Maximalgeschwindigkeit fein justiert werden.

5.5.5 Wiederholen Sie die Konfiguration für die anderen Achsen.

Wenden Sie die gesammelten Kenntnisse bei der Konfiguration weiterer Achsen an.

5.5.6 Spindel Motor Setup

Überspringen Sie dieses Kapitel wenn die Geschwindigkeit des Spindelmotors schon festgelegt worden ist oder manuell gesteuert wird.

Kann der Motor in beiden Drehrichtungen von Mach3 an-/ausgeschaltet werden, so ist diese Funktion bereits installiert und an den Relais-Ausgängen aktiviert.
Wenn die Spindelgeschwindigkeit mit Mach3 über einen Servoantrieb gesteuert wird, welcher Schritt- und Richtungsimpulse verarbeiten kann oder auch durch einen PWM-Motor, dann sollten Sie dieses Kapitel lesen.

5.5.6.1 Motor- und Spindelgeschwindigkeit, Getriebe

Schritt und Richtung und PWM ermöglichen die Steuerung der Geschwindigkeit. Motor und Spindel stehen mit der Übersetzung in einem Verhältnis zueinander.

Ist keine Steuerung vorhanden, sollte bei Riemenübersetzungen der Riemen 4 mit 10000U/min gefahren werden um bei Ausführung des S-Wortes(fordert 6000U/min) keine Probleme zu verursachen.

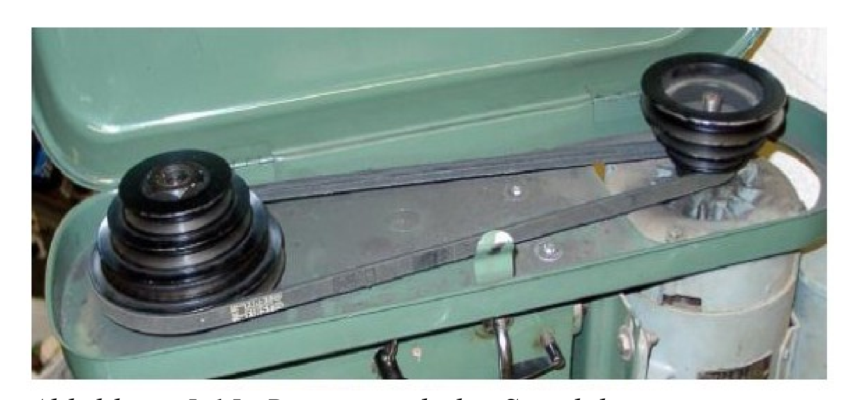


Abbildung 5.15: Riementrieb der Spindel

Mach3 kann die gewählte Übersetzung nicht wissen, sie muss dem Programm vom Benutzer mitgeteilt werden. Die Daten werden eigentlich in zwei Schritten übermittelt.
Wenn das System konfiguriert wird bestimmen Sie im Menü *Configuration > Ports & Pins* (siehe Bild 5.6) bis zu vier verschiedene Übersetzungen bzw. Kombinationen, die dem Bearbeiter dann vor Ablauf des Teileprogramms in einem Menü zur Auswahl stehen.

Höchstgeschwindigkeit von Motor und Spindel sind in der Konfiguration gleich. Sie wird mit den im Menü *Motor Tuning > Spindle axis* festgelegten Werten für Schritt und Richtung bei einer Impulsbreite von 100%(PWM) erreicht.

Beispiel: Nehmen wir an die Höchstgeschwindigkeit $v_{max}(5:1)$ des Motors ist 3600 U/min und eine zuvor definierte Übersetzung von 5:1 wurde aus dem Menü gewählt. $v_{max}(5:1)$ wird in *Configuration > Logic* auf 3600 / 5 = 720 U/min eingestellt.

Übersetzung Nr.4 könnte beispielsweise 1:4 sein. Bei gleicher Motordrehzahl könnte man die Höchstgeschwindigkeit auf 3600 x 4 = 14400U/min stellen.
Die anderen Übersetzungen werden dann zwischen den im Beispiel genannten liegen. Die Übersetzungen brauchen nicht nach der Größe sortiert eingestellt werden, sollten aber nachvollziehbare und der Maschinensteuerung angepasste Werte enthalten.

Der Wert für die niedrigste Geschwindigkeit wird als prozentualer Anteil von v_{max} angegeben, ist gleichzeitig das prozentuale Minimum des PWM-Signalverhältnisses und gilt gleichermaßen für alle Übersetzungen.

Sobald das S-Wort nach einer Geschwindigkeitsänderung verlangt, wird der Benutzer von Mach3 aufgefordert, das Übersetzungsverhältnis in eine bestimmte Richtung zu ändern.

Ist beispielsweise Übersetzung Nr.4 auf v_{max} = 10000 U/min gestellt und v_{min} = 5%, dann fordert *S499* eine andere Übersetzung an. Diese Funktion vermeidet den Betrieb außerhalb des definierten Bereiches.
Mach3 nutzt die Übersetzungsinformation folgendermaßen:

- Wenn das Teileprogramm ein S-Wort ausführt oder bei DRO für die Geschwindigkeit ein Wert eingegeben wird dann wird dieser Wert mit der Höchstgeschwindigkeit der Übersetzung verglichen der zum Zeitpunkt eingesetzt wird. Ist die angeforderte Geschwindigkeit höher als die maximale dann tritt eine Fehlermeldung auf.

- Ansonsten werden der Prozentsatz der Höchstgeschwindigkeit der angeforderten Übersetzung und die Übersetzungsinformation zur Einstellung der PWM Breite verwendet, oder es werden Schrittimpulse generiert um diesen Prozentsatz aus der maximalen Motordrehzahl zu ermitteln so wie es in *Motor Tuning* für die Spindelachse angegeben ist.

Nehmen wir einmal an, dass die Höchstgeschwindigkeit der Übersetzung Nr.1 1000 U/min beträgt. S1100 führte also zu einem Fehler. S600 würde eine Impulsbreite von 60% ergeben. Wenn die maximale Schritt- und Richtungsgeschwindigkeit 3600 U/min beträgt, dann würde der Motor auf $3600 \cdot 0{,}6 = 2160\,U/min$ heraufgestuft werden.

5.5.6.2 Pulsbreitenmodulierte Steuerung

Um den Spindelmotor für eine PWM-Steuerung zu konfigurieren, setzen Sie im Register *Ports And Pins, Printer Port And Axis Selection* jeweils Häkchen bei *Spindle Axis Enabled* und *PWM-Control*, siehe Abbildung 5.1. Klicken Sie nun auf *Apply* und *Save Settings*.
Legen Sie nun im Register *Output Signals Selection*(Abbildung 5.6) einen Pin für den Schritt der Spindel fest. Dieser Pin ist der Kontakt zur Motorsteuerung des PWM. Die Richtung der Spindel wird nicht benötigt, setzen Sie den Wert für diesen Pin auf Null.
Klicken Sie nun auf *Apply* und *Save*.

Legen Sie externe Aktivierungssignale für das An- und Ausschalten der PWM-Steuerung im Register *Ports & Pins* sowie in *Configuration* > *Output Devices* fest, auch, um evtl. die Drehrichtung festlegen zu können.

Suchen Sie im Menü *Configurieren* > *Ports & Pins* > *Spindle Options* das Fenster für die Einstellung der PWM-Grundfrequenz. Dort wird der Wert für die Frequenz der Rechteckwelle eingetragen, deren Impulsbreite moduliert wird. Dieses Signal wird über den Spindelschritt-Pin geschickt. Je höher die eingestellte Frequenz um so schneller kann die Steuerung auf Änderungen der Geschwindigkeit reagieren, umso niedriger wird aber auch die Auflösung derselben.

Die Anzahl der wählbaren Geschwindigkeiten ist Motorimpulsfrequenz geteilt durch PWM -Grundfrequenz.

$$n_{uG} = \frac{f_{Mot}}{F_{PWM}, Grund}$$

Wenn beispielsweise mit 35000 gearbeitet wird und $f_{PWM\,,Grund}$ 50Hz beträgt, dann werden 700 verschiedene Geschwindigkeiten verfügbar. Diese Menge sollte in fast jeder Situation ausreichend sein, wenn man bedenkt dass ein Motor der mit maximal 3600 U/min dreht, theoretisch mit mit 6 U/Schritt gefahren werden könnte.

5.5.6.3 Schritt und Richtung Spindelsteuerung

Um den Motor für die Schritt- und Richtungssteuerung zu konfigurieren, markieren Sie *Spindle Axis Enabled* im Menü *Ports And Pins, Printer Port And Axis Selection*(Abbildung 5.1). Markieren Sie nicht *PWM-Control*.
Speichern Sie die Einstellungen.
Definieren Sie Ausgangspins im Menü *Auswahl der Ausgangssignale*(Abbildung 5.6) für Spindel, Schritt und Richtung. Diese Pins müssen mit der Antriebselektronik des Motors verbunden werden. Speichern Sie die Einstellungen.

Definieren Sie *External Activation Signals* für das An-/Ausschalten der Maschine im Menü *Anschlüsse und Pins* und *Configuration > Output Devices* falls Sie die Stromzufuhr bei Anhalten der der Spindel durch M5 unterbrechen möchten.
Da Mach3 keine Schrittimpulse liefert wird sich die Spindel zwar ohnehin nicht drehen, aber aufgrund der Struktur der Endstufe kann noch Leistung dissipieren.

Begeben Sie sich nun ins Menü *Configuration > Motor Tuning For Spindle Axis*. *Steps/Unit* ist hier *Impulse/Umdrehung,* also z.B. 2000 für einen 10-fach-Mikroschritt Antrieb oder 4 x „line count“ eines Servomotor Impulsgebers oder etwas ähnliches mit elektronischer Regelung.

Die *Vel*-Box sollte auf die Anzahl Umdrehungen/Sekunden bei Höchstgeschwindihgkeit gestellt werden. Ein Motor der mit 3600 U/min dreht sollte also auf 60 gestellt werden. Sofern ein *high line count encoder* verwendet wird ist dies wegen der Höchstimpulsrate von Mach3 nicht möglich(ein 100-Zeilen Impulsgeber erlaubt 87,5 U/Sek mit einem 35000 Hz System). Die Spindel benötigt normalerweise einen starken Motor dessen Antriebselektronik mit einer elektronischen Regelung ausgestattet ist um diesem Nachteil zu begegnen

Im Feld *Accelaration* kann ein beliebiger Wert für die Beschleunigung eingetragen werden, damit man einen ruhigen Spindellauf einstellen kann. Einen sehr kleinen Wert geben Sie besser über die Tastatur ein, als mit dem Schiebeknopf. Eine Anfahrzeit von bis zu 30 Sekunden ist durchaus möglich.

5.5.6.4 Testen des Spindelantriebes

Die Spindelgeschwindigkeit Ihrer Maschine können Sie mit dem Tachometer oder Stroboskop ermitteln. Sind derartige Geräte nicht vorhanden, dann müssen Sie sich auf die Erfahrung oder Ihr Auge verlassen.

Wählen Sie im Mach3-Einstellungsmenü eine Übersetzung von 900 U/min aus. Stellen Sie am Getriebe den gewählten Gang ein.
Geben Sie nun im Menü *Program Start* 900 U/min ein und lassen die Spindel drehen. Messen oder schätzen Sie die Geschwindigkeit. Sollte etwas nicht stimmig sein, überprüfen Sie Ihre Messung und Berechnung.

5.6 Weitere Konfigurationen

5.6.1 Konfiguration der Refernzsuche und Softlimits

5.6.1.1 Geschwindigkeiten und Richtung referenzieren

Im Menü *Konfiguration > Home/Softlimits* können Sie festlegen was passieren soll wenn eine Referenzoperation(G28.1 oder eine Bildschirmtaste) ausgeführt wird. Abbildung 5.16 zeigt das Menü.

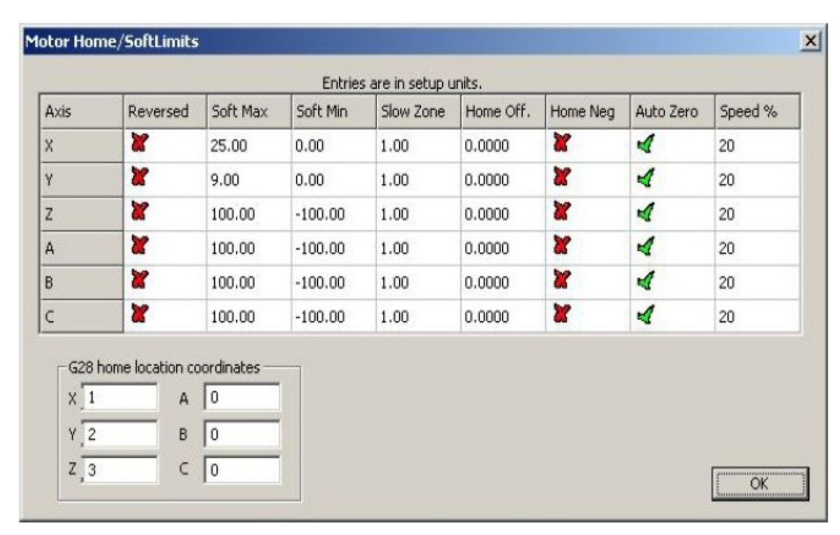


Abbildung 5.16: Referenzpunktsuche

Mit *Speed %* wird die Achse bei jeder Referenzpunktfahrt vor einem Crash in das Ende der Achse gesichert. Bei der Referenzpunktbestimmung ist dem Mach3-Programm noch keine Achsenposition bekannt. Die Richtung der Bewegung ist von *Home Neg* abhängig. Wird diese Funktion aktiviert, dann bewegt sich die Achse solange in die negative X-Richtung bis wieder der *Home* -Eingang aktiviert wird.
Ist der *Home*-Eingang schon aktiviert worden dann wird eine Achsenbewegung in positiver X-Richtung ausgeführt. Bei nichtaktiver Funktion wird eine Bewegung in positiver X-Richtung solange ausgeführt wie der Eingang nicht aktiviert wird, und in negativer Richtung wenn der Eingang schon aktiviert wurde.

5.6.1.2 Position des Referenzschalters

Bei Markierung von *Auto Zero* werden die Achsen DRO's auf den Positionswert des Referenzschalters gesetzt welcher in der *Home-Off*-Spalte definiert werden kann. Das kann bei großen, langsamen Achsen nützlich sein.

Es ist natürlich notwendig getrennte End- und Referenzschalter zu haben wenn sich die Schalter nicht am Achsenende befinden.

5.6.1.3 Konfiguration der Softlimits

Wie bereits erwähnt, sind die meisten Endschalterbauarten Kompromisslösungen. Ein Crash erfordert das Eingreifen des Beabeiters und evtl. den Systemneustart sowie die Neu-festlegung der Referenzpunkte. *Softlimits* bieten Schutz gegen solche Zwischenfälle.

Die Softwareschutzfunktion verhindert dass die Achse aus dem festgelegten *Softlimit*-Bereich fährt(in X-,Y- und Z-Richtung), was innerhalb einer Bandbreite von -999999 bis +999999 für jede Achse einstellbar ist. Innerhalb der *Slow Zone*(=Zone langsamer Bewegung) (siehe Tabelle) wird die Geschwindigkeit beim Annähern an den Endpunkt reduziert.

Wird die *Slow Zone* vergrößert, verkleinert sich automatisch der effektive Bearbeitungsbereich. Die Achsen werden mit dem *Softlimit* Schiebeknopf aktiviert. Lesen Sie dazu im Kapitel *Grenzen/diverses* für Details. Wenn ein Teilprogramm versucht ein *Softlimit* zu überschreiten, dann wird dadurch ein Fehler verursacht.

Die Softlimits werden auch verwendet um den Arbeitsbereich zu definieren wenn im *Toolpath*-Fenster *Machine* ausgewählt wird. Sie können selbst dann nützlich sein wenn Sie sich keine Sorgen über die jeweils zum Zeitpunkt eingestellten Grenzen machen.

5.6.1.4 Referenzpunkt G28

Die Koordinaten G28 definieren die Position in absoluten Koordinaten zu der sich die Achse bewegt wenn ein G28-Befehl ausgeführt wird. Sie werden mit den zu dem Zeitpunkt eingestellten Einheiten interpretiert.(G20/21) und nicht automatisch angepasst wenn das Einheiten System verändert wurde.

5.6.2 Konfiguration der System-Kurzbefehle

Mach3 besitzt einige Kurzbefehle zum Verschieben der Achsen / zum Eingeben von Werten in die MDI-Zeile.
Diese Befehle werden im Menü *System HotKeys Setup* konfiguriert, siehe Abbildung 5.17. Klicken Sie auf den Knopf für die gewünschte Funktion und drücken Sie anschließend die Taste die diesen Kurzbefehl übernehmen soll. Ihr Wert wird im Menü angezeigt. Beachten Sie bitte dass kein Befehl zweimal benutzt werden sollte um Verwirrung zu vermeiden. Dieses Menü ermöglicht auch die Nutzung von Befehlen für externe Knöpfe die als OEM-Trigger definiert sind.

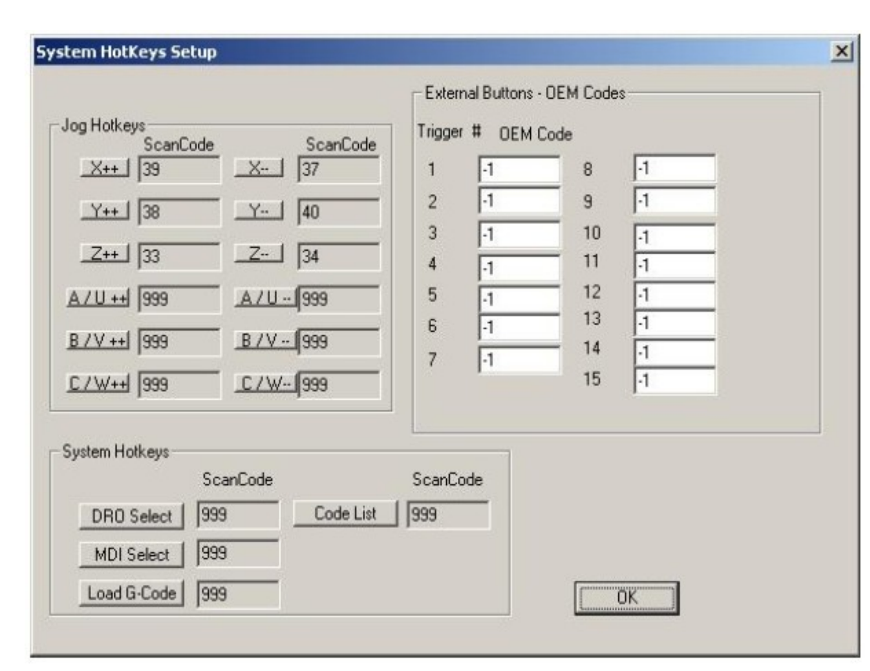


Abbildung 5.17: Hotkeys / OEM Trigger Configuration

5.6.3 Spiel - Konfiguration

Mach3 wird versuchen das Spiel im Antriebsmechanismus der Achse auszugleichen, indem alle erforderlichen Koordinaten von der selben Richtung angefahren werden. Beim Bohren ist das sinnvoll, aber bei Dauerschneidprozessen ergeben sich daraus unüberwindbare Probleme.

Das Menü *Configuration > Backlash* ermöglicht die Abschätzung der Entfernung die die Achse zurückfahren muss um sicherzustellen dass das Spiel mit der letzten Bewegung noch ausgeglichen wird. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung ist ebenfalls definiert(siehe Abbildung 5.18).

Bemerkung a) Diese Einstellungen werden nur dann benutzt wenn die Ausgleichsfunktion markiert ist

Bemerkung b) Spielkompensation ist die letzte Instanz wenn der Mechanismus der Maschine nicht weiter ver-

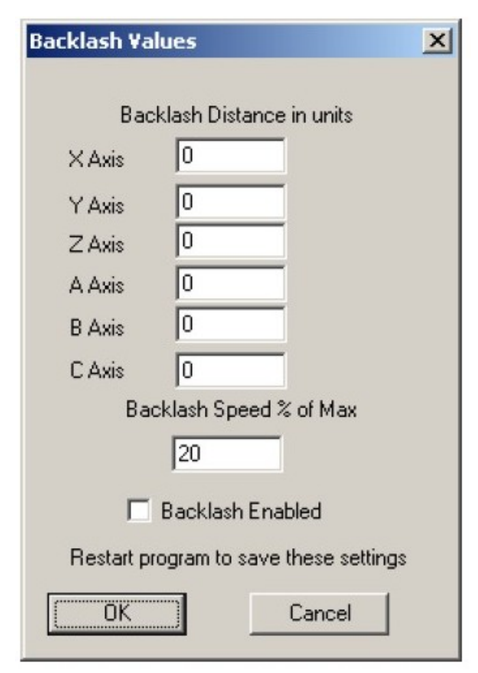


Abbildung 5.18: Spiel Configuration

bessert werden kann. Bei Anwendung dieser Funktion werden *konstante Geschwindigkeit* und Ecken-Funktion deaktiviert.

Bemerkung c) Mach3 ist nicht in der Lage die Achsenbeschleunigungsparameter vollständig auszuführen wenn gerade auch das Spiel kompensiert werden soll, daher müssen Schrittmotorsysteme normalerweise etwas abgeregelt sein um das Überspringen von Schritten zu vermeiden.

5.6.4 Slaving Konfiguration

Große Maschinen wie Fräsen brauchen oft zwei Antriebe. Wenn diese vom Schritt abweichen, dann ruckelt die Fräse und die Achsen stehen nicht mehr orthogonal zueinander.

Sie können in *Configuration > Slaving* Mach3 so einstellen dass ein Antrieb als Hauptantrieb und der andere als Slave fungiert(Wahrscheinlich ist die C-Achse eher linear als vektoriell), siehe Abbildung 5.19. Im Normalbetrieb wird die gleiche Menge Schrittimpulse an Master- und Slave gesendet, wobei Geschwindigkeit und Beschleunigung von der langsameren der beiden Achsen abhängig sind.

Wenn eine Referenz-Operation angefordert wird, werden beide sich bewegen bis der Referenzpunkt von einer der beiden gefunden wird. Diese Achse positioniert direkt neben dem Schalter, die andre bewegt sich solange weiter bis auch sie am Referenzpunkt angelangt ist.

Obwohl Mach3 die Schritte der Master-/ Slave-Achsen synchronisiert wird das DRO keine vom *Tool Table* initialisierten Verschiebungen usw. anzeigen. Dort eingetragene Werte können verwirrend sein. Deshalb wird die Verwendung des *Screen-Designers* empfohlen um die Achsen-DRO's und verwandte Steuerungselemente von allen Menüs zu entfernen, außer aus dem Menü *Diagnose*. Klicken Sie auf „Speichern Als“ um das neue Design nter einem anderen als dem Standard-Namen abzuspeichern, und benutzen Sie das Menü *Ansicht > Laden* um es in Mach3 zu laden.

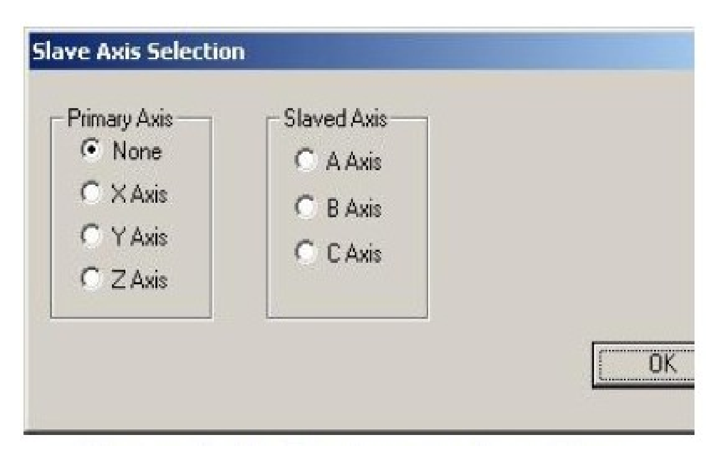


Abbildung 5.19: Slaving Configuration

5.6.5 Werkzeugpfad konfigurieren

Im Menü *Configuration > Toolpath* wird der Werkzeugpfad eingestellt(siehe Abbildung 5.20).

Wenn Sie *Origin Sphere* markieren, wird das Fenster durch eine Blase ersetzt, welcher die Koordinaten X=0, Y=0, und Z=0 besitzt.

Wenn Sie *3D Compass* markieren, werden Pfeile angezeigt die in die positiven X-,Y- und Z-Achsen zeigen.

Markieren Sie *Machine Boundaries*, dann wird ein Feld aktiviert das mit den Einstellungen für die Soft-limits korrespondiert (ob/ob nicht angeschaltet).

Markieren Sie *Tool Position*, dann wird die aktuelle Werkzeugposition am Bildschirm angezeigt.

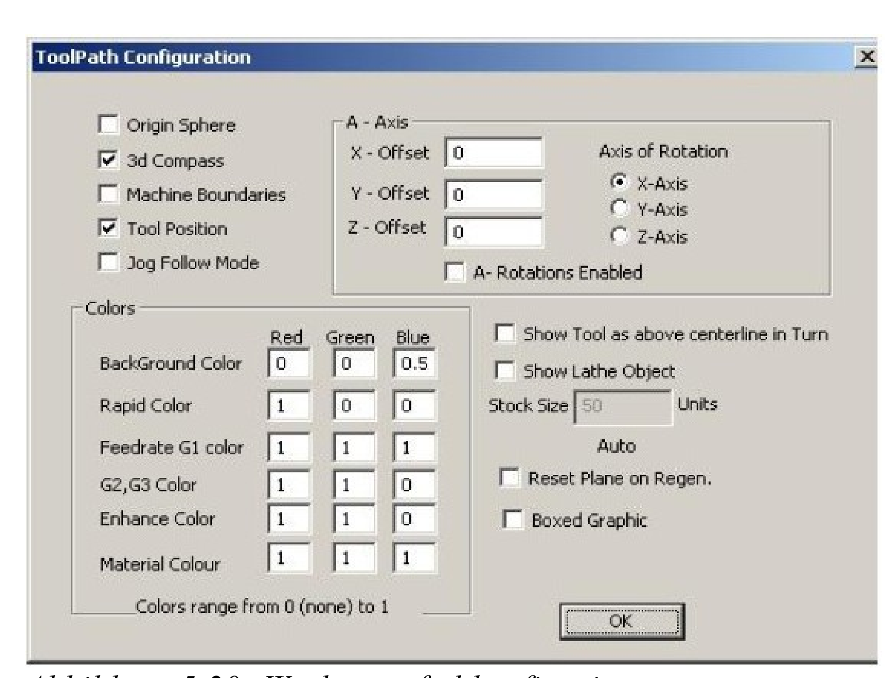


Abbildung 5.20: Werkzeugpfad konfigurieren

Jog Follow Mode
Die Zeilen mit dem Werkzeugpfad bewegen sich gegenüber dem Fenster mit einer Bewegung des Werkzeugs. Anders gesagt, die Position des Werkzeugs wird im Anzeigefenster von *Werkzeugpfad* festgelegt.

Show Tool As Above Centerline In Turn bezieht sich auf *Mach3 Turn*(um vordere und hintere Werkzeugsäulen zu handhaben)

Show Lathe Object
Ermöglicht das rendern des über den Werkzeugpfad erzeugten Objektes(nur Mach3 Turn)

Colors
Für unterschiedliche Anzeigeelemente können verschieden Farben eingestellt werden. Die Stärke der Grundfarben Rot Grün und Blau wird auf einer Skala 0...1 für jeden Zeilentyp separat eingestellt.
Hinweis: Benutzen Sie Photoshop oder ein ähnliches Programm um eine gewünschte Farbe zu erzeugen, teilen Sie den RGB-Wert durch 255(Skala 0 bis 255) um den Wert zu erhalten den Mach3 erkennen kann.

Die Werte für die A-Achse ermöglichen Ihnen, Position und Orientierung der A-Achse zu spezifizieren wenn sie als Drehachse definiert ist.

Reset Plane on Regen stellt die Anzeige des Werkzeugpfades auf die Ebene zum Zeitpunkt ein(Doppelklick).

Boxed Graphic aktiviert einen Rahmen rings um das bewegte Werkzeug.

5.6.6 Konfiguration des Ausgangsstatus

Im Dialogfeld *Configuration > State* besteht die Möglichkeit die Anfangsumgebung und Anfangsbedingungen die beim Start von Mach3 immer aufgerufen werden, festzulegen. Dies ist in Abbildung 5.21 dargestellt.

Bewegungsmodus: *Constant Velocity* setzt G64, *Exact Stop* setzt G61, genauere Erläuterung im Kapitel 10 unter dem jeweiligen Stichworten.

Entfernungsmodus: Mit **„Absolut“** wird G90 gesetzt, **„inc“** setzt G91

Aktive Ebene: **„X-Y“** setzt G17, **„Y-Z“** setzt G19, **„X-Z“** setzt G18

I/J Modus: Die Interpretation die auf I&J platziert wird kann in Kreisbewegungen eingestellt werden. Diese Funktion ist verfügbar um die Kompatibilität mit anderen CAM Post-Prozessoren zu sichern und um andere Steuerungen zu emulieren.

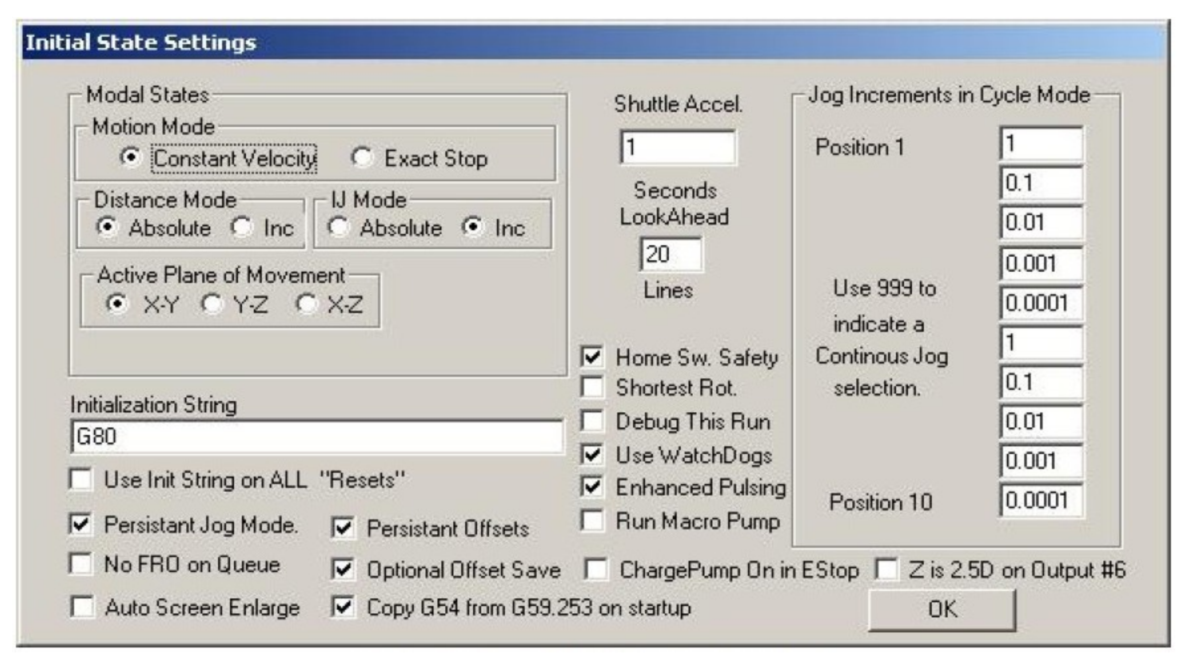


Abbildung 5.21: Startumgebung konfigurieren

Im *I&J Modus* werden **I** und **J**(Mittelpunkt) als Relativpunkte des Startpunktes eines Zentralformat Bogens angesehen. Dies ist kompatibel mit NIST EMC.

Im *absoluten IJ Modus* sind **I** und **J** Koordinaten des Mittelpunktes des Koordinatensystems zum Zeitpunkt(Nachdem Arbeit, Werkzeug und G92 Offsets angewendet wird). Wenn Kreise immer bei der Schneidgenauigkeit versagen dann ist der *IJ-Modus* nicht kompatibel mit dem Teileprogramm.
Ein Fehler in dieser Einstellung ist die häufigste Ursache für Anfragen von Nutzern wenn sie Kreise zu schneiden versuchen.

Initialisierungsstring: Das ist ein Set gültiger G-Codes zur Einstellung der gewünschten Startumgebung von Mach3. Die Codes werden nach Einstellung des *Modal Mode* übernommen, deswegen dürfen Sie sie überspringen. Um Verwirrung zu vermeiden, empfehlen wir die Radio-Buttons bei jeder Gelegenheit zu benutzen.

Wenn *Use Init on ALL Resets* markiert ist werden die Codes auch nach Reset übernommen, also z.B. nach NotAus-Betätigung.

Weitere Optionen:

Persistent Jog Modus
Speichert den zwischen mehreren Durchläufen von *Mach3 Mill* eingestellten *Jog Modus*.

Persistent Offsets
Speichert die Arbeit und die Werkzeugabweichung in permanenten Tabellen, die zwischen mehreren Durchläufen von *Mach3 Mill* gewählt wurden. Siehe auch *Optional Offset Save*.

Optional Offset Save
Fordert den Benutzer auf zu prüfen ob eine in *Persistent Offsets* angeforderte Speicherung nun durchgeführt werden soll.

Copy G54 from G59.253 on Startup
Die G54 Abweichungen aus den Werten der Arbeitsabweichung 253 werden übernommen wenn Mach3 gestartet wird. Markieren Sie diese Funktion wenn Sie G54 immer mit einem ortsfesten Koordinatensystem(etwa das K. Der Maschine) starten möchten, selbst dann wenn ein vorhergehender Benutzer Veränderungen durchgeführt und diese nicht als Standardgruppe gespeichert hat.
Diese Optionen werden noch im Kapitel 7 besprochen.

No FRO on queue
Das Starten der Anwendung *Feed Rate Override* wird solange verzögert bis alle Befehle in der Warteschlange ausgeführt wurden und diese leer ist. Das wird mitunter notwendig damit die zulässigen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen bei hochstellen des FRO über 100% nicht überschritten werden.

Home Sw Safety
Achsenbewegung wird bei der Referenzpunktsuche verhindert wenn der Referenzschalter schon aktiviert ist. Damit wird eine Beschädigung der Maschinen verhindert welche beidseitige Achsenendschalter auch als Referenzschalter verwenden.

Shortest Rot
Die Drehachse interpretiert die vorgegebene Position als vielfachen Winkel von 360 Grad und wird auf dem kürzesten Weg dorthin bewegt.

Debug this run
Dem Programmierer werden zusätzliche Diagnosetools zu Verfügung gestellt.

Use watchdogs
Ein NotAus Signal wird ausgelöst wenn Mach3 nicht korrekt ausgeführt wird. Diese Funktion sollte deaktiviert werden wenn mehrmals unechte Fehlermeldungen auftreten. Das gilt auch für langsamere Rechner auf denen Programmassistenten verwendet werden.

Enhanced Pulsing
Höchste Genauigkeit für Timing Impulse(und damit gleichmäßiger Lauf von Schritt Antrieben) auf Kosten der Rechengeschwindigkeit wird sichergestellt. Diese Option sollte normalerweise angeschaltet sein.

Run Macropump
Beim Programmstart wird im Verzeichnis der Makros für das zum Zeitpunkt aktive Profil nach einer Datei *MacroPump.m1s* gesucht. Die Datei wird dann all 200 Millisekunden ausgeführt.

Auto Screen Enlarge
Anzeigefenster und alle Objekte in ihnen werden von Mach3 auf Bildschirmgröße angepasst.
Charge Pump On EStop
Die Ausgaben /-n der Ladepumpe wird/werden gespeichert auch wenn ein NotAus-Signal erkannt wurde. Dies wird für die Logikschaltung einiger Übergangsplatinen benötigt.

Z is 2,5D on output #6
Ausgang Nr. 6 wird in Abhängigkeit von der Position im Programmkoordinatensystem der Z-Achse gesteuert. Wenn Z > 0.0 dann wird Ausgang 6 aktiviert. Eine Z-Achse muss vorhanden und konfiguriert sein damit diese Funktion verwendet werden kann, ihre Ausgangssignale für Schritt und Richtung können hingegen auch auf einen nicht existenten Pin gelegt werden, z.B. *Pin 0; Port 0.*

Shuttle Accel
Die Empfindlichkeit von Mach3 auf das MPG wird gesteuert wenn das MPG zur Steuerung der Ausführung von G-Code Zeilen verwendet wird..

Look ahead
Die Anzahl an G-Code Zeilen die vom Interpreter für eine spätere Ausführung zwischengespeichert werden können wird bestimmt. Tuning ist normalerweise nicht erforderlich.

Jog Increments In Cycle Mode
Bei Betätigung des *Cycle Jog Step* Knopfes werden die Werte aus der Liste in das *Step DRO* geladen. Das ist bequemer als die manuelle Eingabe. Geben Sie den speziellen Wert 999 ein um auf *Cont Jog Mode* umzuschalten.

Reference Switch Log
Diese Werte stellen nach Betätigung der Referenzschalter für jede Achse die Koordinaten der Maschinenposition auf Referenzierung. Diese Werte stehen für absolute Positionen in den Setup Einheiten.

5.6.7 Konfiguration weiterer Logik Elemente

Die Funktionen des Dialogfeldes *Configuration > Logic* werden in Abbildung 5.22 dargestellt.

G20/G21 Control
Wenn *Log DROs to setup units* markiert ist dann werden die DROSs immer im *Setup Unit System* angezeigt auch wenn G20/G21 die Art der Interpretation von X,Y und Z verändert(Zoll oder Millimeter).

Tool Change
Eine M6 Anforderung zum Werkzeugwechsel kann entweder ignoriert werden, oder dazu benutzt werden M6 Makros aufzurufen(q.v.). Wenn *Auto Tool Changer* markiert wurde dann werden die M6 Start/Stop Makros aufgerufen und *Cycle Start* muss nicht bei jedem Arbeitsgang gedrückt werden.

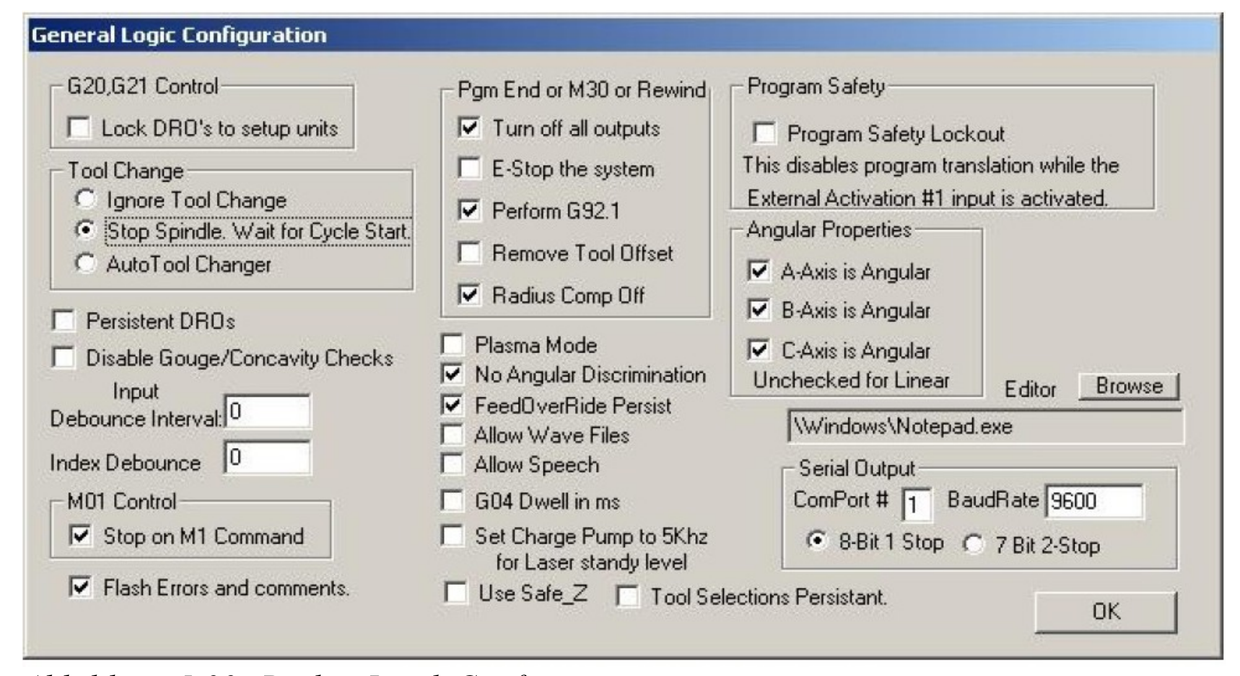


Abbildung 5.22: Dialog Logik Configuration

Angular Properties
Wenn eine Achse mit der Eigenschaft *Angular* konfiguriert wurde dann wird sie in Grad gemessen(damit wird ausgedrückt dass G20/G21 nicht die Interpretation der A-, B- und C-Worte verändern).

Program End or M30 or Rewind
Legt fest ob bestimmte Aktionen am Ende der Ausführung oder beim zurückfahren des Teileprogramms stattfinden sollen. Markieren Sie die notwendigen Funktionen. Achtung: Bevor Sie die Funktionen zum Entfernen von Abweichungen und zur Ausführung von G92.1 markieren, sollten Sie sich absolut klar darüber sein wie diese Programme arbeiten. Anderenfalls kann es passieren dass die Positionskoordinaten am Ende des Programms völlig unerwartete Werte annehmen.

Debounce Interval / index Debounce(Entprellzeit für Trigger)
Das ist die Anzahl an Mach2 Impulsen für die ein Schalter ausgelegt sein muss damit sein Signal als gültig anerkannt wird. Wenn ein System mit 35 kHz läuft, wären bei 100 Impulsen 3 Millisekunden Entprellzeit gegeben.

$$\frac{100\,Imp}{35000\,1/s}=0{,}0029\,s$$

Der Impuls Index und die anderen Eingaben werden unabhängig voneinander eingestellt.

Programm Safety
Eingang #1 dient als Sicherheitsverriegelung.

Editor
Das ist der Dateiname der ausführbaren Datei des Editors die über den *G-Code Edit* Knopf aufgerufen wird. Mit Klick auf den Browser Knopf wird nach ähnlichen Dateien gesucht(Z.B. C:\windows\notepad.exe).

Serial Output
Hier werden die Nummer des Com-Anschlusses für den seriellen Ausgang und die Baud-Rate festgelegt. Dieser Anschluss kann auch mit einem VB-Script(Makro) programmiert und zur Steuerung besonderer Maschinenfunktionen genutzt werden(Z.B. LCD-Bildschirm, Werkzeugwechsler, Achsenklemmung, Späne Förderer usw.).

Weitere Optionen:

Persistent DROs
Die Achsen-DROs haben beim Start und beim Herunterfahren von Mach3 dieselben Werte. Beachten Sie dass die tatsächliche physische Position der Achsen beim Herunterfahren der Werkzeugmaschine wahrscheinlich nicht bewahrt werden kann, besonders mit Mikroschritt Antrieben.

Disable Gouge/Concavity checks(Hohlmeißel deaktivieren/Wölbung kontrollieren)
Wenn diese Funktion nicht aktiviert ist kontrolliert Mach3 während der Fräserkorrektur ob der Bearbeitungsdurchmesser zu groß ist um Innenecken ohne Riefen zu bearbeiten. Markieren Sie das Kästchen um die Warnung zu deaktivieren.

Plasma Mode
Diese Funktion steuert die Umsetzung von Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit in Mach3 um Plasmaschneidmaschinen einsetzen zu können.

No angular discrimination
Die Option wird ebenfalls nur für Arbeiten bei konstanter Geschwindigkeit verwendet. Wenn das Kästchen nicht markiert ist, werden Richtungswechsel deren Winkel größer als der im *CV Angular Limit DRO* festgelegte Wert von Mach3 als exakter Haltepunkt(auch wenn CV Modus aktiviert ist) behandelt um eine übermäßige Abrundung scharfer Ecken zu vermeiden. Einzelheiten zu *Constant Velocity* Modus werden in Kapitel 10 gegeben.

Feed override persists
Die gewählte Beeinflussung des Vorschubes wird am Ende des Ablaufes eines Teileprogrammes gespeichert.

Allow Wave files
Mach3 kann bei Aktivierung dieser Funktion *.wav Dateien abspielen, etwa um Fehler zu signalisieren.

Allow speech
Unterstützung für den MS Speech Agent: Nachrichten des Systems/ Aufruf der Hilfedatei über die rechte Maustaste. Siehe auch *Speech option* in der MS-Systemsteuerung um eine Stimme auszuwählen, um die Geschwindigkeit der Ansage einzustellen, usw.
G04 Dwell param in Milliseconds
Wenn diese Option aktiviert ist dann wird der Befehl G4 5000 ausgeführt und eine Haltezeit von 5 Sekunden gegeben.
Bei Nichtaktivierung wird eine Haltezeit von 1 Stunde, 23 Minuten und 20 Sekunden ausgegeben!

Set charge pump to 5 kHz for laser stand-by level
Mit dieser Einstellung werden die Ausgangssignale der Ladepumpe 5kHz betragen anstatt der standardmäßigen 12,5 kHz.

Use Safe_Z
Die zuvor definierte Safe_Z Position wird von Mach3 genutzt.

Hinweis: Wenn Sie eine Maschine verwenden sollten deren allererste Aktion nicht die Referenzpunktsuche ist, dann deaktivieren Sie diese Funktion besser, denn ohne Referenzpunktsuche ist das Maschinenkoordinatensystem frei wählbar.

Tool selections persistent
Das ausgewählte Werkzeug wird beim Herunterfahren von Mach3 gespeichert.

5.7 Speicherung der Profilinformation

Wenn das Mach3 Programm ausgeführt wird, fordert es zur Verwendung der Profil-Datei auf. Dieses wiederum ist normalerweise im Mach3 Verzeichnis mit der Endung *.xml zu finden. Sie können Profildateien mit dem Internet Explorer ansehen und ausdrucken(da XML eine höhere Programmiersprache ist, die beim Gestalten von Webseiten verwendet wird).

Shortcuts(Abkürzungen) werden vom System Installer konfiguriert um Mach3.exe mit vorgegebenen Profilen zu starten(d.h. Mach3 Mill, Mach3 Turn). Sie können natürlich Ihre eigenen Shortcuts kreieren, die dann zu jeweils unterschiedlichen Profilen führen. Damit kann ein Computer eine Vielzahl von Werkzeugmaschinen steuern.

Wenn Sie mehrere Werkzeugmaschinen mit die jeweils unterschiedlichen Einstellungen für den Motor besitzen oder verschiedene End- und Referenzschalterkonfigurationen, dann ist dies sehr nützlich.

Sie können entweder Mach3.exe starten und aus der Liste der verfügbaren Profile auswählen oder Sie bestimmen extra Shortcuts die die jeweils zu verwendenden Profile festlegen.

In einem Shortcut ist das zu ladende Profil unter dem Argument **„/p“** in der Zieleinstellung des Shortcuts angegeben. Zur Verdeutlichung sollten Sie einmal die Shortcuts von Mach3 Mill untersuchen. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Shortcut und wählen Sie *Eigenschaften* aus dem Menü.

Eine *.xml Datei kann mit einem externen Editor geöffnet und editiert werden, aber es wird strengstens davon abgeraten solange Sie nicht vollständig mit der Bedeutung der einzelnen Einträge vertraut sind. Mehrere Benutzer haben über sehr seltsame Auswirkungen geklagt die wahrscheinlich durch falsche Einträge hervorgerufen wurden. Beachten Sie dass einige Beschriftungsfelder(Z.B. Bildschirmlayout) nur dann erstellt werden wenn ein integrierter default-Wert beim Benutzen des Mach3 Menüs übergangen wurde. Es ist viel sicherer die *.xml-Profildateien mit den Konfigurationsmenüs von Mach3 zu aktualisieren.

Wenn ein neues Profil erzeugt wird dann wird ein Verzeichnis angelegt in dem die Makros abgelegt werden. Wenn Sie ein Profil mit Benutzer-spezifischen Makros kopieren, dann müssen Sie darauf achten, keine dieser Benutzer-spezifischen Makros in das neue Profil zu übernehmen.